

# Fabricación aditiva en la generación de modelos de diseño

LDI. Héctor Orihuela Páez<sup>1</sup>, MDI. Lorena Guerrero Morán<sup>2</sup>

**Resumen-** En el contexto actual de la fabricación digital, el desarrollo logrado específicamente en el campo de la fabricación aditiva posibilita un flujo de trabajo innovador donde podemos trasladar un problema de configuración formal de un objeto digital al mundo físico para su visualización, análisis, evaluación o bien para su implementación como soluciones de diseño. Para entender la amplia variedad de prestaciones que ofrecen estas tecnologías en la fabricación de modelos de diseño requeridos durante el proceso de diseño, este trabajo se centra en el análisis comparativo de la tecnología de impresión por extrusión de material y de impresión por fotopolimerización orientado a valorar las características de los modelos de baja y mediana complejidad que desarrollan los estudiantes de la licenciatura en Diseño de la UAM Cuajimalpa.

**Palabras clave-** fabricación aditiva, fotopolimerización, modelos, diseño

## Introducción

La fabricación digital es en esencia un proceso de transición de lo digital a lo analógico y viceversa, en donde la sinergia que se ha logrado entre los sistemas de diseño asistido por computadora (CAD) y los sistemas de manufactura asistida por computadora (CAM), posibilita un flujo de trabajo que permite ir materializando el diseño en sus distintas fases de desarrollo, para analizar o evaluar aspectos específicos que retroalimentan la visualización hasta llegar al punto de la especificación digital para su fabricación.

En la actualidad, la materialización de modelos tridimensionales de diseño se apoya principalmente en la fabricación aditiva, definida como el proceso de construir geometrías físicas tridimensionales mediante la adición sucesiva de material a partir de datos de modelos 3D (ISO/ASTM 52900); la cual agrupa una amplia variedad de tecnologías que permiten realizar la adición capa por capa de diferentes materiales en presentaciones que van desde el polvo cerámico hasta resinas líquidas fotosensibles y que se conocen comúnmente, con el nombre de tecnologías de prototipado rápido o impresión 3D.

El proceso de impresión 3D puede resumirse en los cuatro pasos que propone Ford (2016) en su modelo de fabricación digital para CNC, que inicia, con la definición de la forma del objeto a fabricar empleando programas CAD que permiten el modelado digital de la pieza, cuyo resultado habitual es un archivo en formato STL, base del siguiente paso, la especificación formal, donde se debe convertir la información del modelado 3D a una serie de instrucciones que el equipo de control numérico pueda ejecutar para el maquinado de la pieza. A esta tarea se le conoce comúnmente como rebanado (*slice*) cuando se habla de impresión 3D, ya que el software realiza un corte del modelo en capas delgadas de espesor fijo. En seguida, las instrucciones deben ser alimentadas al dispositivo controlador de la máquina herramienta, en este caso, la impresora 3D, la cual se encargará de convertirlas en señales electrónicas digitales que serán enviadas a los dispositivos electromecánicos del equipo, los cuales realizarán la conversión de estas señales en movimientos o tareas que ejecutados de forma coordinada permitirán la transformación de la materia prima en la pieza previamente diseñada. En el cuarto paso, el modelo se completa con la ejecución de las instrucciones en la máquina herramienta, la cual mediante procesos de adición capa por capa realizará la fabricación de la pieza, aquí, es donde propiamente se emplea un equipo de hardware para la conversión digital a analógica dando como resultado un objeto físico tangible. En algunos procesos, se requiere de una etapa adicional de post procesamiento, para retirar elementos generados para soportar y fijar la pieza durante su impresión o para terminar de consolidar la pieza para su manipulación, como sucede con la impresión por fotopolimerización, donde la pieza requiere limpiarse con un disolvente y agua para retirar el exceso de resina no solidificada y después terminar el curado de la resina con una lámpara UV para obtener el mayor rendimiento del material.

Dentro de las tecnologías de fabricación aditiva, las dos tecnologías más conocidas, son la tecnología de deposición de material fundido o FDM (*Fusion Deposition Modeling*), donde el material termoplástico es fundido y dispensado selectivamente por una boquilla capa por capa hasta conformar la volumetría deseada, y las tecnologías de impresión por fotopolimerización, como la estereolitografía o SLA (*Stereolithography*), DLP y LCD, donde el material en estado líquido es curado selectivamente mediante un proceso de polimerización activado por luz.

---

<sup>1</sup> El LDI. Héctor Orihuela Páez es profesor investigador del Departamento de Teoría y Procesos del Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, México. horihuela@correo.cua.uam.mx

<sup>2</sup> La MDI. Lorena Guerrero Morán es profesora investigadora del Departamento de Teoría y Procesos del Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, México. lguerrero@cua.uam.mx

En gran medida, esto se debe al desarrollo que en años recientes han tenido algunas de las tecnologías de fabricación aditiva en el mercado, derivado de varios factores, entre los cuales resalta el vencimiento de varias patentes (Baudish y Mueller, 2016), principalmente relacionadas con el proceso de FDM, que han permitido un incremento significativo en la cantidad de marcas y equipos disponibles, incluso existen desarrollos “open source” de algunos equipos como es el caso del equipo FDM empleado para esta investigación (Anet A8), que los ha convertido en equipos de costo muy accesible. Fenómenos como la proliferación sin precedentes de equipos de escritorio para fabricación aditiva y que las interfaces de estos se han simplificado al punto de ser accesibles para prácticamente cualquier usuario con un conocimiento básico en el manejo de equipos de cómputo, hacen prever que, en el corto plazo, su disponibilidad se incremente tanto en el sector profesional, como entre los entusiastas e incluso como un producto de consumo.

En este contexto, la fabricación aditiva permite, por un lado, reducir significativamente los tiempos requeridos para el proceso de desarrollo de un producto, pues le da la posibilidad al diseñador de contar con modelos, simuladores o prototipos de forma eficiente para realizar la evaluación constante de sus propuestas. Por otro lado, el uso de equipos de fabricación personal pone en manos del diseñador un medio para materializar sus propuestas y hacerlas llegar al consumidor final de forma directa, acortando la distancia entre el diseñador y el consumidor y reduciendo la dependencia de los diseñadores de contar con una industria que fabrique y comercialice sus propuestas. Quizá el escenario más lejano, pero también el más prometedor, es aquel en el cual los diseñadores sean capaces de enviar sus especificaciones formales de manera directa al consumidor, quien empleando un equipo de fabricación personal, se encargará de fabricar el producto que acaba de adquirir. Como vemos existen una diversidad de escenarios en el futuro cercano y a mediano plazo que demandan que los futuros diseñadores sean capaces de dominar los procesos de fabricación aditiva y sacar el mejor provecho de ellos en beneficio de su proceso de desarrollo, pero también para contribuir a garantizar un acceso más democrático a los productos que requiere la sociedad.

### **Descripción del Método**

La etapa inicial de la investigación se centró en el análisis de archivos de modelado tridimensional realizados por estudiantes de la licenciatura en las UEA de Taller de representación y expresión digital tridimensional y de Taller de procesos y tecnologías para el manejo de sistemas de manufactura asistida por computadora, para identificar las principales características de los diseños que desarrollan, y parámetros que permitieran valorar su complejidad formal y constructiva, para posteriormente, relacionarlos con el esquema de niveles de complejidad formal de los modelos (Guerrero y Orihuela, 2016, p.2472) y de esta manera definir las principales variables a evaluar en el análisis comparativo.

En la segunda etapa, se realizaron pruebas de impresión 3D de modelos con diferentes niveles de resolución y escala para analizar el grado de resolución formal en relación con el tamaño y la resolución de impresión, que se obtiene en equipos de impresión por deposición fundida o FDM (*Fused Deposition Modeling*) y de impresión por fotopolimerización, específicamente se compararon modelos impresos con una impresora 3D de filamento Anet A8 con cabezal de extrusión de 0.4 milímetros, temperatura de extrusión de 190 °C y cama caliente a 45°C y una impresora de fotocurado LCD Elegoo Mars con longitud de onda de 405 nanómetros. Los materiales empleados para las impresiones fueron PLA de 1.75 mm de diámetro y resina de fotopolímero para uso general de 405 nm.

Posteriormente, se observó la relación entre escala del modelo y resolución de impresión con tiempos de impresión y cantidad de material utilizado, para realizar las primeras recomendaciones de uso de estas tecnologías en modelos de baja y mediana complejidad de una sola pieza, que apoyen el trabajo en el laboratorio de apoyo a la docencia y en UEA específicas donde se aborda el trabajo con tecnologías de fabricación aditiva.

### **Desarrollo y Resultados**

Para contextualizar el análisis de los archivos digitales generados por los estudiantes, es necesario mencionar que el Taller de representación y expresión digital tridimensional es una UEA de VI trimestre, en la cual se abordan por primera vez temáticas relacionadas con la especificación digital tridimensional de un diseño, en este taller se desarrollan las habilidades necesarias para realizar el modelado de un objeto tridimensional en medios digitales tanto para fines de comunicación y desarrollo de la propuesta, como para su fabricación empleando procesos de fabricación aditiva; al ser la primera aproximación de los estudiantes, en este taller se suelen desarrollar ejercicios de baja complejidad tanto de modelado como de fabricación, comúnmente se realiza la propuesta de un objeto lúdico o utilitario de una o pocas piezas con un mecanismo simple para que los estudiantes puedan tener una primera experiencia con el proceso de fabricación digital y algunas de las consideraciones necesarias de diseño para la correcta fabricación de sus propuestas. Consecutivamente, en el Taller de procesos y tecnologías para el manejo de sistemas de manufactura asistida por computadora, que es una UEA de VII trimestre, se profundiza en los temas tanto de especificación como

de uso de las tecnologías CNC entre las cuales se incluye la impresión 3D; en este taller se realizan ejercicios de mediana complejidad donde se emplea la impresión 3D como una herramienta de prototipado rápido para la evaluación de aspectos relacionados con la forma como pueden ser la ergonomía o aspectos del funcionamiento de mecanismos básicos, de forma complementaria también se familiarizan con la impresión 3D como una posibilidad para la reproducción industrial de objetos de diseño cuyas características se ajusten a las capacidades y limitantes de esta tecnología.

Para los fines de esta investigación, realizamos el análisis de los archivos digitales realizados por estudiantes en las UEA mencionadas, por ser las asignaturas cuyo programa de estudios hace referencia directa al uso de éstas tecnologías, lo que nos permitió observar por una parte, el nivel de complejidad formal alcanzado en el modelado tridimensional, y por otro lado, las dimensiones, materiales y en general el tipo de proyectos desarrollados en estas UEA, a fin de definir el tipo de diseños que emplearíamos en la etapa de fabricación de modelos de prueba para el análisis comparativo.

En el análisis se identificó, que en el Taller de representación y expresión digital tridimensional se realizan modelados partiendo del uso de las herramientas de modelado con primitivos geométricos tridimensionales o bien, a partir del trazo de perímetros bidimensionales que sirven de base para la extrusión de piezas tridimensionales, en ambos casos el modelado de las piezas se completa mediante las operaciones booleanas básicas de unión, sustracción y combinación de estos sólidos, para obtener formas de baja y mediana complejidad que por regla general, no presentan superficies de doble curvatura y que son las formas más sencillas para fabricar empleando un proceso aditivo de superposición de capas, pues estas formas, son geoméricamente estables, con bajo centro de gravedad, el cual se encuentra dentro del volumen de la pieza y que por tanto no requieren el diseño de material de soporte o estabilización para el modelado de la pieza. En el caso del Taller de procesos y tecnologías para el manejo de sistemas de manufactura asistida por computadora, se eleva ligeramente el nivel de complejidad de las piezas modeladas, esto derivado de la mayor experiencia que tienen los estudiantes en el manejo de los programas de modelado, por regla general los modelos siguen siendo piezas obtenidas a partir de primitivos regulares, operaciones booleanas, y adicionando piezas obtenidas por procesos de revolución o modelado básico de superficies; sin embargo, siguen siendo pocos los modelos que presentan superficies de doble curvatura o piezas con espacios vacíos intermedios que requieran el uso de piezas de soporte.

De manera complementaria, se consideraron las características principales de los modelos de baja y mediana complejidad formal desarrollados por estudiantes en las UEA de laboratorio, que en un análisis previo (Guerrero y Orihuela, 2016) se describen en términos generales, como modelos que se trabajan a escala reducida o natural, donde los primeros, están centrados en la unidad con partes simuladas y pocos detalles, sin acabados y son de rápida construcción, mientras que los segundos, considerados de mediana complejidad, implican un mayor nivel de resolución formal, donde las partes son elementos visibles y separados con algún grado de desarrollo de los aspectos funcionales como ensambles y mecanismos, y que habitualmente tienen acabados de color y textura. Asimismo, se tomó en cuenta la parte operativa de la docencia, donde acuerdos previos establecen, por ejemplo, limitantes de tiempo y dimensiones para los ejercicios desarrollados por los estudiantes en las UEA de taller que hacen uso del laboratorio de apoyo a la docencia.

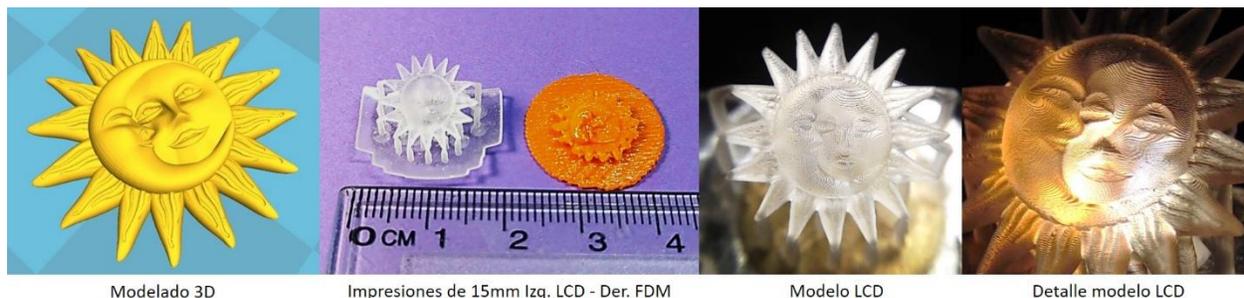
Con base en lo anterior, se determinó que en una primera etapa de análisis comparativo entre la impresión FDM y LCD, las variables a observar debían ser la resolución formal, entendida como el grado de fidelidad del modelo impreso respecto al modelo digital, la escala y el tiempo de impresión, en modelos de una sola pieza.

Para ello, se seleccionaron dos diseños con diferente grado de detalle en su configuración formal y de una sola pieza, el primero o modelo A, es un diseño con partes sugeridas trabajadas con detalles básicos y poca volumetría de las mismas; el segundo o modelo B, es un diseño antropomorfo con partes bien diferenciadas y alto nivel de detalle, que integran superficies de doble curvatura en una volumetría bien definida.

Las primeras pruebas se centraron en observar el grado de fidelidad del modelo impreso respecto al modelo digital en escalas reducidas, por dos razones, la primera tiene que ver con el tamaño de los modelos que suelen trabajar los estudiantes en las UEA de taller, que no pueden exceder los 10 centímetros cúbicos y una hora de maquinado, de acuerdo a los parámetros de uso de los equipos de control numérico en el laboratorio de apoyo a la docencia; la segunda, de índole técnica, se relaciona con la pérdida de resolución en los detalles que suelen presentar los equipos en cualquier proceso al operar en tamaños reducidos.

Para estas pruebas ambos modelos fueron escalados en tres tamaños diferentes para imprimirse con la resolución máxima que permite cada equipo; en el caso del modelo A, se escaló de acuerdo a la circunferencia de la pieza en: 20, 15 y 10 milímetros, y el modelo B, se escaló considerando la altura en: 35, 30 y 25 milímetros. Para la impresión FDM, se empleó la resolución de 0.1 mm por capa, de acuerdo al cabezal de extrusión de 0.4 mm de diámetro de la impresora, y para la impresión LCD, se empleó una resolución de 0.05mm por capa. Cada tamaño de modelo A y B se imprimió dos veces para validar los resultados obtenidos.

Los resultados de estas pruebas sugieren en términos generales, que los modelos impresos con el equipo LCD conservan una correspondencia formal muy cercana al modelo digital, los detalles particulares se siguen observando hasta en el modelo más pequeño, incluso poder registrarlos para que se pudieran observar claramente en el registro de las pruebas se convirtió en un reto fotográfico. En la figura 1, se puede apreciar en la imagen del detalle del modelo LCD, el alto nivel de fidelidad formal que tiene el modelo de 15 mm impreso en resina respecto a la imagen del modelado 3D visualizado en pantalla, donde las partes principales: el sol y la luna, al igual que los detalles de textura de los rayos del sol, son claramente distinguibles.



**Figura 1.** Nivel de fidelidad de modelo impreso en LCD

Por otra parte, en los modelos impresos con el equipo FDM, aunque se mantiene una buena correspondencia en la volumetría general, como se puede apreciar en la Figura 2 al comparar la imagen del modelado 3D en amarillo y la impresión FDM en negro a su derecha, conforme se reduce el tamaño del modelo, la mayoría de los detalles particulares como dedos, nariz, ojos y pequeños pliegues, se convierten en ligeras insinuaciones sobre la superficie del modelo; particularmente, en el modelo B, como se puede apreciar en las imágenes de detalle de la Figura 2, mientras en el modelo LCD se puede diferenciar de forma individual los elementos de la cabeza como cabello, ojos, nariz y boca incluida la textura de bigote y barba que permiten reconocer el gesto, incluso en el modelo más grande de FDM, la cabeza se convierte en un volumen general donde si bien se puede diferenciar entre la zona de la cabeza y el cuello, no así entre la frente y el cabello, y mucho menos rasgos particulares de ojos, nariz y boca.



**Figura 2.** Muestra comparativa de nivel de fidelidad de modelo impreso en FDM y LCD

Posteriormente, se realizaron pruebas manteniendo constante el tamaño del diseño y variando el nivel de resolución de impresión para observar su relación con el grado de fidelidad obtenido en el modelo impreso respecto al modelo digital, los tiempos de impresión y cantidad de material empleado.

En este caso, se optó por definir dos tamaños de referencia, el primero fue el tamaño que en las pruebas previas, se identificó con el nivel más alto de fidelidad del modelo impreso: 35 milímetros, mismo que se escaló al doble para establecer la segunda referencia: 70 milímetros. Para la impresión FDM se emplearon resoluciones de 0.1, 0.2 y 0.3 milímetros mientras que para LCD resoluciones de 0.05, 0.075 y 0.1 milímetros.

En estos modelos de prueba se observó que los impresos en LCD no presentan variaciones significativas en la fidelidad del modelo impreso respecto al modelado digital con las variaciones de resolución establecidas para la impresión, por el contrario, las impresiones en FDM permiten apreciar variaciones visuales y táctiles importantes, con

la resolución de 0.1 se obtiene una superficie continua, lisa y suave al tacto con buena resistencia, con resolución de 0.2 se puede observar la presencia de algunas irregularidades en la superficie y con 0.3 las capas son muy evidentes y no hay continuidad de la superficie.

Respecto a la relación entre resolución de impresión y tiempo de impresión, se observó que en la impresión por deposición fundida FDM hay una correlación directa, a menor resolución menor tiempo de impresión (Cuadro 1). Por el contrario, en la impresión LCD, a menor resolución de impresión se requiere mayor tiempo de exposición para el curado de la capa de resina, por lo cual no disminuye el tiempo total de impresión.

Modelo A	35 mm	70 mm	Modelo B	35 mm	70 mm
FDM 0.1	29 min / 3 gr	2 horas 5 min / 11 gr	FDM 0.1	34 min / 2 gr	2 horas 54 min / 13 gr
FDM 0.2	19 min / 3 gr	77 min / 12 gr	FDM 0.2	22 min / 3 gr	1 hora 35 min / 13 gr
FDM 0.3	16 min / 3 gr	61 min / 12 gr	FDM 0.3	16 min / 3 gr	1 hora 8 min / 14 gr

**Cuadro 1.** Tiempos de impresión según variantes de resolución de impresión

Derivado de nuestros hallazgos se puede mencionar que para el proceso LCD la reducción en la resolución de la impresora no significó un ahorro de tiempo para la fabricación de los modelos, pues existe una correlación directa entre el espesor de la capa y el tiempo necesario para el curado de la resina, entonces si bien se reduce el número de capas, estas toman más tiempo para su procesamiento, entonces nos encontramos sin un ahorro significativo de tiempo o material y si, con un modelo de menor calidad, razón por la cual no se recomienda fabricar modelos en una resolución menor a la óptima. Para el proceso de FDM se observó una reducción significativa en los tiempos requeridos para la fabricación de modelos a menor resolución, comparativamente un modelo fabricado con resolución 0.1mm consume prácticamente el doble de tiempo que uno con resolución 0.3mm; un hallazgo que llamo la atención en éstas pruebas, fue el incremento en el material requerido para fabricar un modelo del mismo tamaño con una menor resolución, consideramos que quizá esto se deba a que al fluir una mayor cantidad de material por la boquilla en un menor tiempo, se reduce la eficiencia con la cual el material es empleado para el conformado de la capa, sin embargo, esta consideración no es concluyente y requerirá darle seguimiento en una etapa subsecuente de la investigación. Es muy importante señalar que, se busca que los estudiantes sean capaces de generar este tipo de información para los modelos que se propongan fabricar, pues en la práctica profesional la contratación de servicios de fabricación aditiva, el costo de los modelos se asocia con estos dos factores, por un lado el tiempo requerido de uso del equipo y por otro la cantidad de material consumido, este factor es particularmente importante para el proceso LCD pues el costo de la materia prima es considerablemente más elevado que el del insumo empleado en el proceso FDM.

### Conclusiones

Con base en las pruebas realizadas hasta este punto de nuestra investigación, podemos observar que considerando el tiempo de impresión y los costos del material contra la calidad de los modelos que se pueden obtener empleando estas dos tecnologías, el uso del proceso FDM es el más adecuado para las etapas tempranas de trabajo y para el proceso de desarrollo de un concepto de diseño, pues permite obtener modelos volumétricos útiles para una visualización general de la forma y para realizar las primeras evaluaciones y correcciones de una propuesta. Encontramos también, que la tecnología LCD es apropiada para la generación de modelos con un alto nivel de detalle en escalas reducidas, por ejemplo, para el diseño de piezas de joyería o partes de mecanismos, así mismo el nivel de fidelidad formal de los modelos LCD permite obtener modelos con superficies continuas y alto nivel de detalle que requieren poco procesamiento para darle acabados, haciéndolos propicios para etapas de comunicación final de la propuesta, y también como matrices para fabricación de moldes.

Derivado de las pruebas relacionadas con el proceso LCD y la variación en los niveles de espesor de las capas de impresión, podemos observar que dada la naturaleza del proceso de fotopolimerización, una capa más gruesa de material requiere un tiempo mayor de exposición a la luz UV para garantizar la correcta formación del modelo, esto significa, que un modelo con un nivel de resolución menor consume una cantidad de tiempo similar al de un modelo con el máximo nivel de detalle, si adicionalmente consideramos que bajo parámetros similares un modelo de alta y baja definición requieren la misma cantidad de material encontramos altamente impráctico el uso de la tecnología LCD en un nivel de resolución menor al óptimo, lo cual significa que no es posible elaborar modelos rápidos bajando la resolución del modelo, esto nos permite reforzar nuestra sugerencia de emplear la tecnología FDM para la producción de modelos durante el proceso de diseño y reservar el uso de la tecnología LCD para etapas de comunicación final de la propuesta, o bien para la elaboración de moldes o matrices para la reproducción de una forma diseñada.

## Referencias

- Baudish, P. y Mueller, S. “Personal fabrication”. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, Vol. 10, No. 3-4, 2016.
- Dollens, D. “De lo digital a lo analógico”. Gustavo Gili, 2002.
- Ford Edward. “Make: Getting Started with CNC”. Maker Media, 2016.
- Guerrero, L y Orihuela, H. “El desarrollo de modelos como didáctica del Diseño”. *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Celaya*, Vol. 8, No. 5, pp. 2469-2474, 2016.
- Organización Internacional de Normalización. “Fabricación aditiva –principios generales- Fundamentos y vocabulario”, *Norma ISO/ASTM 52900*, 2019. Recuperado de: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-astm:52900:dis:ed-2:v1:en>

# APLICACIÓN DE OBSERVADORES DE ESTADO PARA EL DIAGNÓSTICO CLÍNICO EN UN MODELO DE MECÁNICA PULMONAR

MC Juan Martin Orozco Sixos<sup>1</sup>, LM Mauro Gabriel Sánchez Espino<sup>2</sup>, Dr Juan Anzurez Marin<sup>3</sup> Dr Víctor Iván Macías Andrés<sup>4</sup> MI Jesús Maldonado Paleo<sup>5</sup>, MC Jorge Luis Rodríguez Alejandre<sup>6</sup>

**Resumen**—Presentamos el análisis y diseño de observadores de estados como esquema de detección de fallas para el diagnóstico de patologías en un sistema de mecánica respiratoria pulmonar. Particularmente detectando anomalías en vías respiratorias, pulmones, alvéolos, etc., patologías como la fibrosis o el enfisema pulmonar, producen un cambio en las características del sistema, la distensibilidad o elasticidad son asociadas a estos padecimientos. Se realizó una prueba simulada del sistema agregando una falla después de 40 segundos, que puede representar una alteración abrupta en la entrada del Sistema o la modificación de alguna presión, interna o externa, el observador intentó mantener una respuesta similar al sistema en condiciones normales. Al analizar los residuos entre el estado real y observado, es posible identificar la falla. El uso de observadores de estados en modelos fisiológicos puede ser una herramienta útil para analizar diferentes patologías, ofreciendo nuevas técnicas no invasivas para el diagnóstico clínico.

**Palabras clave**—Diagnóstico clínico, mecánica respiratoria, pulmonar.

## Introducción

En los últimos años se ha incrementado el estudio de las diferentes señales que genera el cuerpo humano conocidas como bioseñales todo esto porque la información que se puede obtener a través de ellas permite realizar un análisis sobre la función de los sistemas, en este trabajo se pretende realizar un estudio sobre el sistema respiratorio con la finalidad de aplicar un modelo matemático, y utilizar herramientas de control no convencionales para el diagnóstico de posibles fallas en el sistema.

Uno de los principales retos se basa en el desarrollo de técnica no invasivas que sean capaces de realizar el diagnóstico de alguna patología en el ser humano, enfocándose particularmente en el sistema respiratorio detectando anomalías en las vías respiratorias, los pulmones, alveolos etc., algunas de estas patologías como la fibrosis o el enfisema pulmonar, producen un cambio en las características del sistema propiedades conocidas como la distensibilidad o elasticidad asociadas a los padecimientos en mención, respectivamente. Es posible utilizar técnicas de control como el diseño de observadores de estados a modelos fisiológicos con la finalidad de diagnosticar fallas el sistema.

Los pulmones y la pared torácica están separados por las membranas pleurales. Entre las dos pleuras hay un espacio cerrado, el espacio intrapleural. Debido a su elasticidad, los pulmones tienden a retraerse mientras que la caja torácica tiende a ensancharse. Estas dos fuerzas opuestas hacen que la presión intrapleural sea inferior a la atmosférica y que, en condiciones normales, el espacio intrapleural sea prácticamente virtual, ya que la presión negativa hace que las membranas se peguen (Guyton, 2016).

Es importante que el pulmón se distienda con pequeños cambios de presión generados durante la inspiración, pero también es fundamental que tenga un comportamiento elástico y vuelva a recobrar su volumen inicial durante la espiración.

La distensibilidad del pulmón y de la pared torácica se altera en diversas enfermedades. La fibrosis pulmonar produce una disminución de la distensibilidad pulmonar, por lo tanto, estos enfermos deberán generar una presión

<sup>1</sup> MC Juan Martin Orozco Sixtos es Profesor de Ingeniería Biomédica del Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha, Cherán, Michoacán. [juan.os@purhepecha.tecnm.mx](mailto:juan.os@purhepecha.tecnm.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El LM Mauro Gabriel Sanchez Espino es Profesor de Ingeniería Biomédica del Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha, Cherán, Michoacán. [mauro.medic@gmail.com](mailto:mauro.medic@gmail.com)

<sup>3</sup> El Dr. Juan Anzurez Marín es investigador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia Michoacán. [j.anzurez@ieee.org](mailto:j.anzurez@ieee.org)

<sup>4</sup> El Dr. Victor Iván Macías Andrés es Profesor de Ingeniería Biomédica del Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha, Cherán, Michoacán. [vmacias\\_andres@yahoo.com](mailto:vmacias_andres@yahoo.com)

<sup>5</sup> EL MI Jesús Maldonado Paleo es Profesor de Ingeniería Biomédica del Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha, Cherán, Michoacán [mapaje79@hotmail.com](mailto:mapaje79@hotmail.com)

<sup>6</sup> El MC Jorge Luis Rodríguez Alejandre es doncorante de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. [ibm.jorgealejandre@gmail.com](mailto:ibm.jorgealejandre@gmail.com)

mayor durante la inspiración, para que entre el mismo volumen de aire que en una persona normal, es decir al ser su pulmón más rígido tendrán que realizar más trabajo para inspirar. El enfisema pulmonar produce una disminución de la elasticidad pulmonar y un aumento en la distensibilidad. Estos pacientes introducen el aire en los pulmones con menos trabajo. Sin embargo, a los enfermos enfisematosos les cuesta mucho eliminar el aire del pulmón durante la espiración, porque el retroceso elástico del pulmón es menor de lo normal (Guyton, 2016).

### Descripción del Método

#### Modelo matemático de sistema de mecánica pulmonar

Tradicionalmente la mecánica ventilatoria del sistema respiratorio ha sido incluida en la mayoría de los modelos representada en su forma análoga con un circuito eléctrico como se muestra en la Figura 1

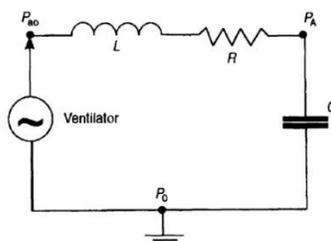


Figura 1. Modelo Eléctrico análogo de sistema de mecánica pulmonar.

Aplicando la Primera Ley de Kirchoff al circuito representado por la Figura 1, donde la presión es la caída de voltaje en cada uno de sus elementos, la sumatoria de las presiones intratorácica, en vías respiratorias y alveolar, es igual a la presión en la entrada de las vías respiratorias, correspondiente a la presión atmosférica (Ogata, 1970), es posible obtener el modelo representado por la ec. (1), donde  $P_{ao}$  es la presión en las vías aéreas superiores,  $P_A$  es la presión alveolar,  $C$  es la compliancia o distensibilidad que se conoce como la capacidad del pulmón para expandirse conforme aumenta la presión transpulmonar, es decir su capacidad para estirarse,  $L$  es la resistencia a la deformación de los tejidos pulmonar y de la pared torácica,  $R$  es la resistencia friccional al flujo de gas a través de las vías aéreas obedece a la Ley de Hagen y Poiseuille.

$$P_{ao} = LC \frac{d^2 P_A}{dt^2} + RC \frac{dP_A}{dt} + P_A \quad (1)$$

#### Observador de Luenberger

La ec. (2) se conoce como el observador de estados de Luenberger donde:  $A$  es la matriz de estados,  $\hat{x}$  es el vector de estados observados,  $B$  es la matriz de entrada,  $u(t)$  es la señal de entrada,  $K_e$  es la ganancia del observador (Ogata, 1970) calculada mediante (4);  $y(t)$  es la salida real del sistema y,  $\hat{y}(t)$  es la salida de los estados observados, posteriormente, de (5)  $\alpha_0 \dots \alpha_n$  son los coeficientes del polinomio característico deseado

$$\dot{\hat{x}}(t) = A\hat{x}(t) + Bu(t) + K_e(y(t) - \hat{y}(t)) \quad (2)$$

$$\hat{y}(t) = C\hat{x}(t) \quad (3)$$

$$K_e = \alpha(A) \begin{bmatrix} C \\ CA \\ CA^2 \\ \vdots \\ CA^{n-1} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\Phi(A) = \alpha_0 A^n + \alpha_1 A^{n-1} + \dots + \alpha_n I \quad (5)$$

#### Observador de Luenberger con modos deslizantes

$$\dot{\hat{x}}(t) = A\hat{x}(t) + Bu(t) + K_e(y(t) - \hat{y}(t)) + \varphi(t) \quad (6)$$

$$\hat{y}(t) = C\hat{x}(t) \quad (7)$$

A diferencia de (2) aparece  $\varphi(t)$  en (6), el cual es un vector discontinuo que se define como (B. Castillo-Toledo, 2005)

$$\varphi(t) = M_0 \text{sign}(e(t))^T P(T) \quad (8)$$

donde

$$\text{sign}(e(t)^T P(t)) = \frac{e(t)^T P(t)}{\|e(t)^T P(t)\|} \tag{9}$$

de tal modo que el error de estado  $e(t) = x(t) - \hat{x}(t)$ , se cumple que  $M_0 > 0$  es una constante y  $P > 0$  satisface la Ecuación de Lyapunov (Kailath, 1980)

*Modelado es Espacio de Estados y Diseño de Observador*

Considerando los parámetros del sistema de mecánica respiratoria en condiciones normales (Guyton, 2016) es posible obtener su representación en espacio de estados decrito en (10):

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1000 & -100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t) \tag{10}$$

$$y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

Dado que el sistema es observable (Ogata, 1970), puesto que la matriz de observabilidad es un matriz identidad, es posible diseñar el observador, haciendo un desplazamiento con valor 0.9 respecto a la posición original de los polos del sistema, tomando las consideraciones anteriores y mediante (4) y (5), las ganancias del observador se muestran en (11).

$$K_e = \begin{bmatrix} -10 \\ 810 \end{bmatrix} \tag{11}$$

**Comentarios Finales**

*Resultados*

En la Figura 2, se presenta la respuesta del sistema de mecánica pulmonar frente a condiciones consideradas normales (12 pulsaciones por minuto). En la Figura 3, se realiza un acercamiento a una de las curvas características de este sistema, por lo que destaca en la línea azul la presión alveolar  $P_A$ , considerada la salida del sistema, y la línea verde la entrada considerada la presión Atmosférica  $P_{ao}$ .

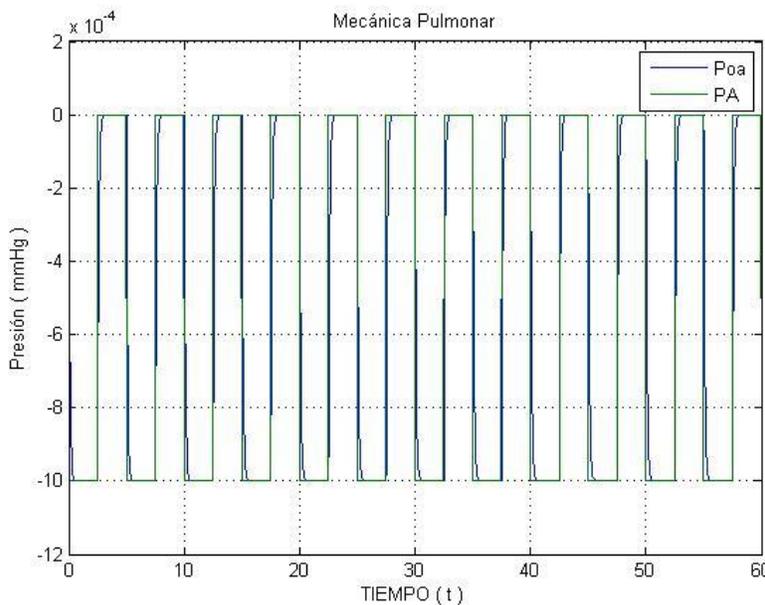


Figura 2, Señal de la presión alveolar en condiciones normales

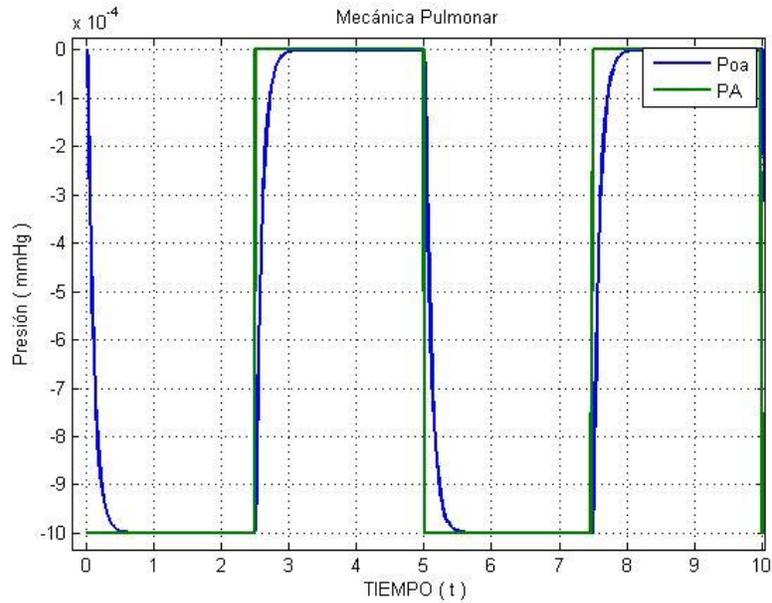


Figura 3. Respuesta del sistema de mecánica pulmonar con condiciones normales

En la Figura 4 se observa la respuesta del observador de estados Luenberger cuando es simulado un incremento abrupto en la presión alveolar después de 40 segundos representando una falla en el sistema.

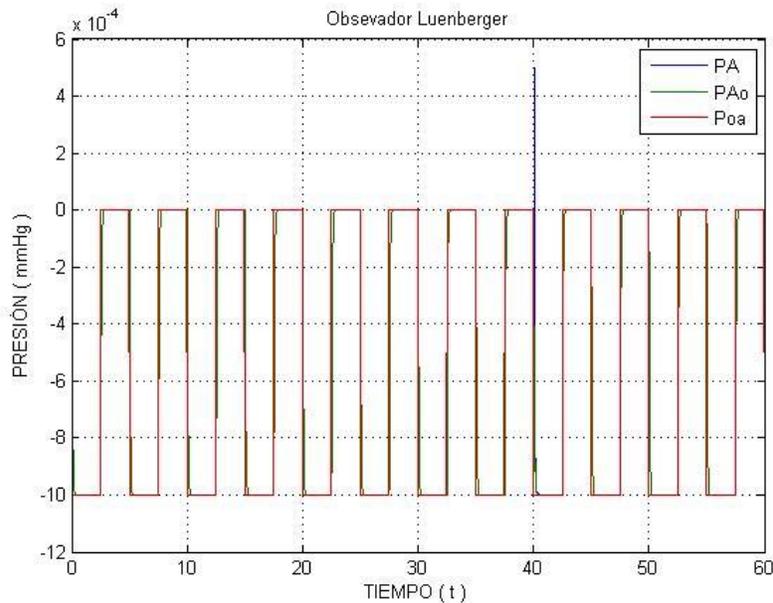


Figura 4. Simulación de una falla aumentando la presión alveolar

En la Figura 5 se realiza un acercamiento por lo que es posible identificar el momento en el que se incrementa la presión alveolar ( $P_A$ ) al simular la falla por lo que la presión alveolar del observador ( $P_{A0}$ ) realiza la función de seguir al estado real tratando de compensar ese incremento repentino producido en la presión alveolar, de manera que se genera un residuo permitiendo identificar la falla en el sistema.

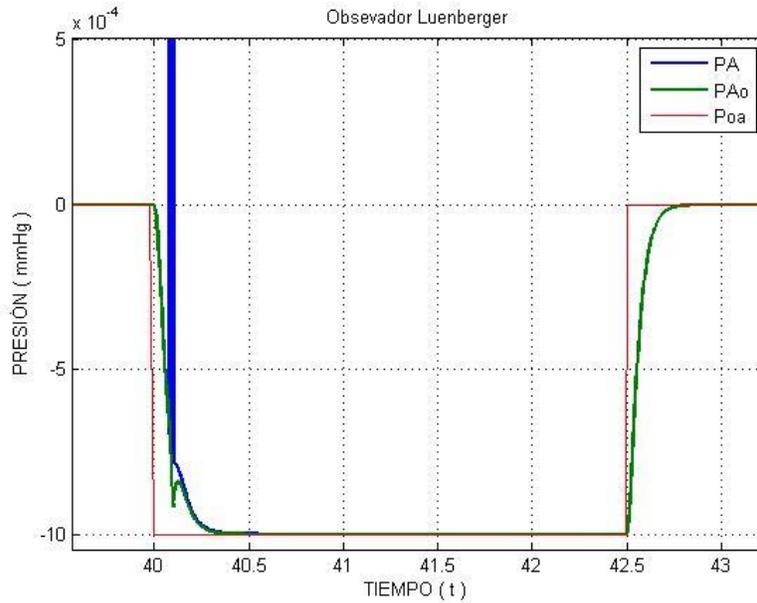


Figura 5. Simulación de la falla aumentando la presión alveolar en el Observador de Luenberger

En la Figura 6 se presenta el comportamiento del observador de Luenberger con Modos Deslizantes al momento en que se agrega una perturbación al sistema después de 40 segundos,

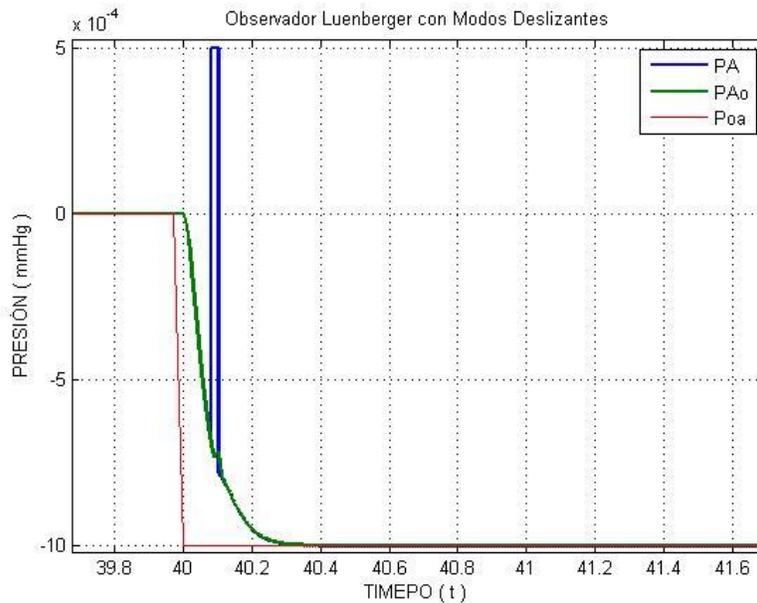


Figura 6. Respuesta del observador de Luenberger con Modos Deslizantes, cuando ocurre una falla en el sistema

En la Figura 7 se realiza un acercamiento al momento de la perturbación con lo que se permite notar como la salida del sistema del observador no sufre descompensación alguna como ocurrió con en el observador de Luenberger, tratando de mantener su respuesta lo más parecido a la respuesta normal del sistema, por lo tanto al comparar matemáticamente ambas salidas, es posible identificar que ha ocurrido la falla.

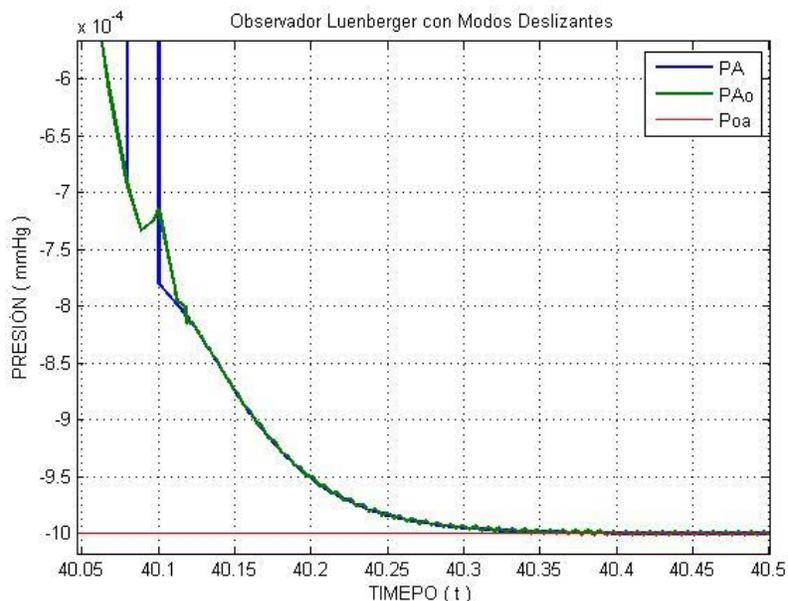


Figura 7. Acercamiento en la simulación de la falla en el sistema después del segundo 40

**Conclusiones**

El presente trabajo de investigación trata algunas de las razones por las cuales es importante aplicar técnicas sofisticadas para el control de sistemas fisiológicos, que sin duda alguna su análisis es complejo al relacionarse con diferentes elementos que interactúan a su vez con otros sistemas, de tal forma es necesario ofrecer soluciones que permitan hacer un diagnóstico oportuno de fallas logrando prevenir desenlaces funestos.

El estudio realizado sobre las técnicas para el diagnóstico de fallas en este trabajo se basa en la generación de residuos a través de la comparación entre la salida del sistema respecto a una salida estimada, esto es posible usando un modelo aproximado de la planta a lo que se conoce como Observador de estados. Desarrollando el análisis sobre el diseño de diferentes observadores, siendo el Observador de Luenberger, Luenberger con modos deslizantes, para estudiar su eficiencia en el diagnóstico de fallas aplicado a un Sistema de Mecánica Pulmonar.

Gracias al trabajo desarrollado es que se puede concluir que se logró cumplir con los objetivos de diagnosticar de fallas en el sistema, por lo que se puede hacer un comentario de comparación entre los Observadores de Luenberger con el modificado con modos deslizantes, ya que presentó mejores resultados el segundo al tener una mejor repuesta el observador eliminando un error considerable en el periodo transitorio respecto al primero.

Por lo anterior es posible deducir que al detectar alguna perturbación o falla en el sistema se puede hablar de un posible diagnóstico de alguna patología en el ser humano, algunas de ellas presentadas en los primeros días de vida, como lo puede ser la distensibilidad neonatal.

**Referencias**

B. Castillo-Toledo, J. A.-M. (2005). Model-based fault diagnosis using sliding mode observers to Takagi-Sugeno fuzzy. *International Symposium on Intelligent Control* (págs. 652-657). Limassol, Cyprus: IEEE.

Cedres BL, L. K. (1982). Independent contribution of electrocardiographic abnormalities to risk of death from coronary heart disease, cardiovascular diseases and all causes: findings of three Chicago epidemiologic studies. 65: 146-153.

Guyton. (2016). *Tratado de Fisiología Médica*. Elsevier.

Kailath, T. (1980). *Linear systems (Vol. 1)*. Englewood Cliffs, NJ.: Prentice-Hall.

Netter., F. H. ( 1976). *Colección Ciba de ilustraciones médicas, tomo V Corazón*. Ed. SALVAT.

Ogata, K. (1970). *Ingeniería de control moderna*. Pearson Prentice Hall.

# Implementación de un soporte Tecnológico para la gestión del Proyecto Integrador en Ingeniería Mecatrónica: Primer etapa

Dra. Lydia Gabriela Ortega Bucio<sup>1</sup>, M.C. Madeleine Medina Castillo<sup>2</sup>, M.C. Fabiola Hernández Hernández<sup>3</sup>,  
Dra Adela Becerra Chavez<sup>4</sup>, M.C. José Marcos Zea Pérez<sup>5</sup>.

**Resumen**— En este artículo, se presenta el soporte tecnológico que se ha implementado en la carrera de Ingeniería Mecatrónica (IM) de la Universidad Politécnica de Querétaro (UPQ), como una metodología para la gestión de los Proyectos Integradores (PI) con los estudiantes de dicha carrera, desde 2014. Esta metodología se fundamenta en la planeación, seguimiento, validación, resguardo de evidencias (productos) y evaluación, con el fin de permitir un trabajo colegiado que obtenga resultados de calidad. El trabajo colegiado desarrollado por profesores y tutores, contribuye a la formación profesional de los estudiantes, en competencias que se han establecido en el Modelo Educativo Basado en Competencias (MEBC) de la UPQ, esto requiere que las actividades que se hacen en torno al desarrollo de un proyecto se lleven a cabo de manera ágil para todos los involucrados. La metodología tiene cinco etapas, los resultados en este trabajo, enfatizan la primera.

**Palabras clave**— Proyecto Integrador, Gestión de Proyectos, Soporte Tecnológico, Gestión del Conocimiento.

## Introducción

La ingeniería requiere del desarrollo de proyectos interdisciplinarios que permitan la solución de problemas integrales a diversas demandas sociales. Actualmente, el desarrollo de proyectos se encuentra ante una situación que solicita la integración de diversas herramientas para un planteamiento, seguimiento, validación y evaluación de los resultados que se obtengan en las Ingenierías. Los Proyectos Integradores (PI), son una respuesta a esta demanda de la ingeniería, en donde un equipo de estudiantes propone una idea, establece objetivos centrados en los resultados y en conjunto con sus profesores desarrollan el proyecto, utilizando los conocimientos de cada asignatura, Ortega, (2017).

El desarrollo de proyectos durante las carreras de Ingeniería, permite generar habilidades que preparan al estudiante en su formación como profesionista. Ortega, (2017), especifica que las competencias principales que se generan con esta actividad son: resolución de problemas, trabajo en equipo, integración de evidencias y entrega de proyectos con calidad. Cuando se habla de competencias, se hace referencia al conjunto de habilidades, destrezas, conocimientos y actitudes que se integran en un estudiante para estar preparado como profesionista en su rama y que responde a la demanda laboral del entorno, lo que le asegura que al terminar su formación académica puede integrarse y responder a las demandas laborales, Proyecto Tuning, (2007).

Las Universidades Politécnicas, en México, tienen como estructura académica el Modelo Educativo Basado en Competencias (MEBC), en este modelo hay un proceso denominado Estancias/Estadías el que se define como, “El proceso formativo no escolarizado, que tiene como propósito que los alumnos desarrollen actividades de práctica en el campo laboral vinculadas a las competencias desarrolladas” Coordinación de Universidades Politécnicas, (2013). Los estudiantes, al llegar a este proceso, se involucran con el desarrollo de proyectos y la entrega de resultados que están directamente relacionados a uno o varios objetivos planteados al iniciar esta actividad.

El MEBC propone tres ciclos de formación para cada uno de los estudiantes de las Universidades Politécnicas, el 1er ciclo de formación está conformado por los primeros tres cuatrimestres, el segundo ciclo de formación por el 4to, 5to y 6to cuatrimestre y finalmente el 3er ciclo de formación por el 7mo, 8vo y 9no cuatrimestre, para concluir con una Estadía en el 10mo cuatrimestre, que implica, que el estudiante se integre a un proyecto de tiempo completo, en el sector laboral y obtenga los resultados que se proponen a través de objetivos al inicio de la Estadía, lo que le permite al estudiante concluir su formación profesional.

Actualmente la Gestión de Proyectos, involucra precisamente el planteamiento, planeación, seguimiento, validación y evaluación de resultados de un proyecto determinado, no es solo la administración de recursos humanos y materiales, es potenciar las competencias de los estudiantes de Ingeniería para desempeñar una de las funciones principales del Ingeniero, el diseño de diversas propuestas de solución a los problemas que se le plantean para su formación.

Villamizar, (2011), hace énfasis en que “...se deben definir mecanismos de investigación, que aborden la gestión de proyectos como una línea más de investigación en cada ingeniería...”, esto permite enfatizar la importancia de la gestión de proyectos y lo que esto involucra.

El desarrollo de un proyecto académico que persigue la formación académica en competencias, necesita del soporte de un equipo de profesores que trabajen en conjunto y del seguimiento de un tutor que guíe y responda a diversas interrogantes de los equipos de estudiantes durante el desarrollo del proyecto.

Las Universidades, en su quehacer ordinario, desarrollan actividades en las que el conocimiento se mueve, por la propia naturaleza de los que forman la comunidad Universitaria. El desarrollar proyectos en diferentes niveles, entre profesores, profesores y estudiantes y/o entre profesores y el sector laboral, constituyen una actividad que requiere de una gestión con el uso de herramientas tecnológicas, que permita el seguimiento, la validación y la evaluación de los mismos para entregar resultados enfocados en objetivos. Realizar esta actividad, incluye generar conocimiento que debe quedar evidenciado y por ende fortalecer a la Universidad.

García (2009), nos comenta cómo la sociedad actual está inmersa en una cantidad de información que para ser usada requiere de herramientas tecnológicas que permitan convertirla en conocimiento, que pueda ser usado y aplicado en la solución de problemas. En Ingeniería, es muy importante resaltar este trabajo en el desarrollo de proyectos.

Las herramientas tecnológicas deben estar al servicio de quien las utiliza, existen plataformas que trabajan con datos y ayudan al usuario para realizar la sutil transformación de datos en información. Cuando se habla del usuario, se identifica a la persona que está interesada en realizar esta transformación y que “sabe, quiere y puede hacerla”. García (2009) comenta, cómo una plataforma tecnológica para la gestión de la información puede ser sub utilizada si no hay un enfoque importante en los usuarios, en el caso de nuestro proyecto de los actores, los cuales tienen que tener el interés, por lo que deben lograr saber, querer y poder usarla para obtener óptimos resultados.

La complementariedad entre el desarrollo de los proyectos y las herramientas tecnológicas que se utilizan, requieren de una gestión importante para lograr los resultados requeridos. Caballero (2006), presenta las diferencias entre las fases de la administración de Proyectos (en este artículo Gestión de proyectos) y las fases del desarrollo de Software (en este proyecto herramientas tecnológicas), las cuales deben estar vinculadas de tal forma que den respuesta a lo propuesto y sean eficientes para todos los actores involucrados.

La gestión de proyecto se enfrenta a retos importantes, a continuación se nombran algunos de ellos:

- Trabajo en multiproyectos, que requieren en ocasiones atención puntual y diversidad en las herramientas tecnológicas que se utilizan.
- Comunicación oportuna entre los actores y evidencia tangible de ello.
- Desarrollo de una cultura propia en los actores, para que se puedan estandarizar los factores importantes en el desarrollo de proyectos.
- Los productos finales, tengan el sentido adecuado para los diferentes actores involucrados y formen parte de su crecimiento profesional y sustento de la generación de conocimiento para la Universidad.

### **Descripción del Método**

El método que sigue en este trabajo, consiste en una integración de actividades desarrolladas entre estudiantes, profesores y tutores, en diversos niveles de interacción para responder a los resultados propuestos por un proyecto. Se pueden enumerar de manera general las actividades que se desarrolladas de la siguiente manera;

- a) La Coordinación del Proyecto, involucra la calendarización y gestión de los objetivos principales: planeación, seguimiento, validación, entregas y evaluación.
- b) Trabajo colegiado entre profesores de las mismas asignaturas o similares para establecer los requerimientos mínimos que se puedan evaluar en el proyecto y que correspondan a los contenidos de las asignaturas durante el cuatrimestre.
- c) Las etapas propias del Proyecto Integrador con los estudiantes (Tabla 1.);
  1. Registro, validación de proyectos y sus integrantes, con el fin de saber los nombres, objetivos y aportes a diversos sectores laborales
  2. Desarrollo del Proyecto, Seguimiento en las entregas parciales por asignatura.
  3. Realización y entrega de los productos finales (Reporte, Poster, video u otros)
  4. Evaluación Interna de los entregables.
  5. Retroalimentación por evaluadores externos a la Universidad.

Etapas del Proyecto Integrador Ingeniería Mecatrónica				
Estudiantes		Tutor	Profesor de Asignatura	Evaluadores Externos
1. Registro	Integrantes del equipo. Definir Líder.	Validan	Retroalimentan	
	Objetivo General			
	Descripción			
2. Desarrollo del Proyecto	Objetivo específico de asignatura		Validan	
	Resultados por Asignatura		Validan	
3. Entregables	Reporte Final	Valida		
	Video			
	Poster			
4. Evaluación Interna			Evalúa Entregables para Selección de mejores Proyectos	
5. Presentación de Proyectos seleccionado y Evaluación Externa				Evalúa

Tabla 1. Etapas del Proyecto Integrador Ingeniería Mecatrónica

Como se puede ver en la Tabla 1., el tutor es una pieza fundamental en este proceso ya que su actividad permite que los estudiantes puedan solicitar apoyo para resolver problemas diversos que se susciten durante las actividades, en particular en la interacción de los integrantes del equipo y el seguimiento de la calendarización de las actividades. Por otra parte, la gestión general requiere de un seguimiento puntual y de su validación en momentos importantes como son el registro y los entregables.

El soporte tecnológico para la gestión del PI, ha sido fundamentalmente con herramientas de Google que proporciona Gmail, de esta manera, hasta ahora se han utilizado las siguientes herramientas:

1. Documentos Drive compartidos
2. Classrooms
3. Google forms

Para poder realizar las actividades propias del Proyecto Integrador, las herramientas de gmail se comparten de la siguiente manera:

- Tutores, Registro de líderes
- Tutores y profesores, Registro de PI
- Tutores, profesores y alumnos, Classroom por ciclo de formación

Los formularios se utilizan de manera puntual y generalmente la coordinación del PI en conjunto con los tutores obtiene la información relevante que se solicita por este medio, para gestionar lo pertinente en las etapas que lo requieren.

Compartir estas herramientas, permite a los profesores y tutores un seguimiento colegiado, con una sola evidencia proporcionada por los estudiantes, de manera que se obtienen resultados importantes en la formación de los estudiantes cuando entregan en tiempo y forma para ser retroalimentados por varios de sus profesores en un solo sitio proporcionado por la herramienta tecnológica.

En la tabla 2 podemos identificar de manera puntual en qué momento se utilizan y cuáles son las evidencias que se obtienen con el apoyo de las herramientas tecnológicas que se utilizan.

Herramientas tecnológicas del Proyecto Integrador Ingeniería Mecatrónica		
Estudiantes	Herramientas tecnológicas utilizadas en cada etapa	Evidencia
1. Registro	-Drive Registro del Líder del PI	- Documento Excel con el registró de Líderes
	-Classroom de Líderes por ciclo de formación "PI 1er Ciclo" "PI 2do Ciclo" "PI 3er Ciclo"	- Formato de Datos Generales por ciclo
	- Formulario Google Forms para el registro individual de los equipos "Formulario de Registro"	- Documento Excel con el registro de los equipos sus integrantes y datos del PI
2. Desarrollo del Proyecto	-Classroom de Líderes por ciclo de formación "PI 1er Ciclo" "PI 2do Ciclo" "PI 3er Ciclo"	- Documento con el avance de cada una de las asignaturas involucradas
3. Entregables	-Classroom de Líderes por ciclo de formación "PI 1er Ciclo" "PI 2do Ciclo" "PI 3er Ciclo"	- Reporte Final - Video
4. Evaluación Interna	- Formulario Google Forms "Evaluación por asignatura"	- Documento Excel con la evaluación otorgada a cada PI por sus profesores de asignatura
5. Presentación de Proyectos seleccionados y Evaluación Externa	- Formulario Google Forms "Retroalimentación de la presentación de PI"	- Documento Excel con la evaluación de la presentación de PI por invitados externos a la UPQ

Tabla 2. Herramientas y evidencias del Proyecto Integrador Ingeniería Mecatrónica utilizadas en septiembre diciembre 2020

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

La propuesta metodológica y la sistematización de las actividades del PI en IM, se ha construido de manera progresiva desde el 2014. La experiencia y la disponibilidad de herramientas tecnológicas han permitido que se tenga una evolución en las formas, actividades y evidencias generadas. En los últimos cuatrimestres (desde septiembre 2019) se han adoptado las herramientas de google, por lo que se darán resultados de esta implementación y algunos comentarios de los mismos.

Antes de abordar los resultados, es de suma importancia hablar de lo que ha sido una parte trascendente en la gestión de proyectos en ingeniería, como toda actividad en la que se requiere de la interacción del recurso humano con objetivos comunes y en específico, resultados únicos o conjuntos, existe la primer problemática a superar, la comprensión de un trabajo común que requiere de comunicación eficiente y de una recepción de la misma por cada uno de los actores involucrados. Este proceso que en general, se da por sentado, ha sido uno de los factores que ha llevado a la evolución y dinamismo de esta metodología y de cada una de sus etapas. Como se ha mencionado anteriormente, los actores de este Proyecto son los tutores, profesores, alumnos y la coordinación general del PI, a medida que se ha generado la dinámica de la metodología para realizar las actividades entorno a los proyectos, se han implementado diversas formas de comunicación que satisfacen en un porcentaje los resultados requeridos.

En la Tablas 3, podemos ver el número de actores que interactúan en el desarrollo de los PI a través de los cuatrimestres septiembre diciembre 2019 (SD19) hasta lo que va del inicio del cuatrimestre septiembre diciembre 2020 (SD20).

### Actores en el desarrollo de los Proyectos Integradores

Ingeniería Mecatrónica				
Cuatrimestre	SD19	EA20	MA20	SD20
Estudiantes	554	514	480	593
Tutores	8	12	11	14
Profesores Asignatura		NA		
Evaluadores	28	Contingencia Sanitaria	26	38
Invitados Externos		NA		
Evaluadores	10	Contingencia Sanitaria	17	

Tabla 3. Actores en el proyecto integrador

En cuanto a los PI, en la Tabla 4. Podemos ver el número de proyectos que se realizan con los grupos de Ingeniería Mecatrónica por cada uno de los ciclos de formación.

Número de estudiantes y proyectos integradores Ingeniería Mecatrónica Septiembre 2019 a septiembre 2020 Cuatrimestre SD20 en curso				
Cuatrimestre	SD 19	EA20	MA20	SD20
Grupos	18	18	18	21
Proyectos 1er Ciclo	44	42	41	
Proyectos 2do Ciclo	36	38	35	
Proyectos 3er Ciclo	32	17	31	
Proyectos Total	112	97	107	

Tabla 4. Número de Proyectos Integradores por Ciclo de Formación (Cuatrimestre Septiembre diciembre 2020 en curso)

A continuación se presentan los resultados que se han obtenido de acuerdo a cada una de las etapas que de la tabla 1., haciendo énfasis en la 1er etapa que se está llevando a cabo actualmente en el curso de septiembre diciembre 2020.

### 1er Etapa Registro.

Es la etapa que requiere mayor atención para tener una evidencia fidedigna del registro de los estudiantes como integrantes de los equipos y los datos generales de cada uno de los proyectos. En esta etapa se designa un Líder del PI, con el fin de que sea el responsable de actividades muy específicas durante el cuatrimestre y el que lleve el calendario y las entregas de su equipo. Esta etapa requiere tres evidencias:

a) Documento Excel con el registro de Líderes.

Este documento ha tenido varios cambios desde septiembre diciembre 2019 cuando lo llenaban los tutores y no solo se registraba al líder si no al equipo completo y los datos del proyecto, sin embargo, los cambios de equipos y de líderes, en el transcurso del cuatrimestre, causaba errores en el registro final del documento. Actualmente este documento es exclusivo para los líderes y se coteja con el formato de datos generales que los alumnos llenan y discuten con sus profesores y tutor.

b) Formato de datos generales, así se denomina a un documento Word que los estudiantes trabajan en equipo y van llenando y discutiendo con su tutor y profesores, con el fin de establecer primeramente al equipo y elegir un Líder. Posteriormente proponer y elegir un proyecto en el cual se pueda trabajar al menos durante un año (tres cuatrimestres). Al proyecto se le da un nombre, se establece un objetivo por año (por ciclo de formación), un objetivo por cuatrimestre, se hace una justificación del proyecto y una breve descripción.

Este formato, es la primera actividad en la cual los estudiantes le dan la primera estructura a su proyecto, en el curso de las primeras semanas del cuatrimestre muchas veces se ajusta y precisa el contenido de este documento que será fundamental para poder trabajar y dar los resultados correspondientes en cada asignatura.

En este formato se trabaja de manera particular con los estudiantes, el objetivo, el cual se solicita esté ligado a un resultado real y un alcance que permita su realización en los tiempos establecidos, por un lado anual y por el otro cuatrimestral respectivamente.

Este documento lo publican los alumnos en un Classroom en donde los profesores los retroalimentan y les dan sus comentarios

c) Documento Excel de Registro, realizadas las actividades antes mencionadas, en un formulario de google forms, los estudiantes se registran de manera individual, por su parte el líder es el único que registra los datos del PI y el número de integrantes de su equipo, de esta manera se evitan confusiones por variación de los datos solicitados y se constata el registro de todos los integrantes del equipo.

Con este documento se termina el Registro, por parte de los estudiantes, que es la parte inicial pero fundamental para tener un seguimiento, validación y evaluación de los Proyectos. Los errores en el registro del proyecto e inclusive de datos personales, han sido recurrentes, sin embargo con la última implementación que permite que cada integrante registre sus datos y solo el líder registre el proyecto esperamos tener una reducción considerable en estos errores.

Al tener el documento de registro, los tutores validan la información utilizando documentos Excel compartidos en DRIVE. Esta última actividad permite tener la mejor versión del Registro de Proyectos.

## **2da Etapa, Avance del PI por asignatura.**

Durante los cuatrimestres septiembre diciembre 2019 hasta mayo agosto 2020, cada profesor de asignatura solicitaba con alguna propuesta particular las entregas del PI correspondientes a su asignatura. A partir del cuatrimestre actual, se estará solicitando la entrega en el classroom común por ciclo de formación, de esta manera se tiene en una plataforma común el trabajo generado por estudiantes y profesores. Esta acción particular, permite tener calendario común en entregas, evidenciar que los profesores tienen trabajo colegiado y formar a los estudiantes en responsabilidad para subir en tiempo y forma lo solicitado.

En esta etapa, los profesores requieren del Registro de Proyectos, para identificar claramente los PI y los equipos con sus integrantes

## **3er Etapa, Entregables.**

Los entregables conforman la evidencia final del PI, desde 2014 se han tenido variaciones en las propuestas de entregables o tipos de entregables, ha continuación se describen algunos de ellos :

a) Proyecto físico, antes de la contingencia del COVID19, los estudiantes trabajaban arduamente por un prototipo físico o en su caso una simulación del proyecto, estos prototipos se presentan al final de cada cuatrimestre en una exposición.

b) Poster, en ocasiones se realiza en conjunto con una exposición final de proyectos físicos, una exposición de posters o este mismo acompañaba al prototipo en el mismo lugar de exposición.

c) Reporte Final, esta evidencia es la que se ha llevado de manera más rigurosa desde 2014 con el fin de promover en los estudiantes la estructura de un proyecto escrito, que pueda presentar resultados de acuerdo a objetivos planteados. También forma parte de su portafolio de evidencias y soporte de proyectos para el curriculum que presentan en las empresas para solicitar Estancia o Estadía.

d) Video, en el cuatrimestre que terminó en agosto 2020 y que se realizó completamente en modalidad virtual, se solicitó a los estudiantes que realizaran un video que se presentó en la exposición virtual de proyectos cuando concluyó el cuatrimestre.

En esta etapa se utiliza de manera especial el Registro de Proyectos para tener identificado de manera clara los entregable y asociarlos al equipo correspondiente

## **4ta Etapa, Evaluación interna.**

La evaluación interna consiste en que los profesores de cada una de las asignaturas que así lo han trabajado evalúan los entregables de cada PI, para dar una puntuación que se trabaja en una rúbrica común, con el fin de elegir aquellos

que tengan mayor puntuación y se puedan presentar en la exposición final de cada cuatrimestre. En el caso del cuatrimestre que cerró en agosto 2020, solo se eligió un PI por grupo para la presentación virtual de PI, esto con el fin de hacer una exposición representativa, siendo la primera experiencia con carácter completamente virtual. La evaluación interna se desarrolló con un formulario de google forms.

### **5ta Etapa, Retroalimentación por evaluadores externos a la Universidad.**

La evaluación externa de los PI, consiste en invitar a profesionistas del sector laboral que puedan retroalimentar el trabajo realizado por los estudiantes. Se han tenido muy buenas experiencias, con la retroalimentación que reciben los estudiantes y el propio proceso del desarrollo de PI por parte de profesores invitados, investigadores, o ingenieros del sector industrial.

Esta actividad, permite que los estudiantes se enfrenten a una diversidad de profesionistas que les cuestionan, pero también que enriquecen y reconocen su trabajo. En los últimos años se ha tenido la presencia de egresados, lo que hace que la evaluación se convierta en un instrumento enriquecedor para la carrera de Ingeniería Mecatrónica y muy particularmente para los estudiantes.

La evaluación externa se ha realizado en diversas modalidades:

- a) Rúbrica en papel,
- b) Con el apoyo de un código QR que identifica al ciclo de formación y envía a la rúbrica correspondiente. El evaluador debe tener un celular con la aplicación requerida
- c) Formulario de google forms que se distribuye con un link

### *Conclusiones*

Actualmente la contingencia que se está viviendo por el COVID 19 ha permitido potenciar algunas etapas del proyecto, se han desarrollado diferentes herramientas de comunicación, esto permite que se mejore la forma de comprender a los otros y de la misma forma buscar alternativas para darse a entender. El mayor uso de plataformas como sesiones virtuales en tiempos comunes y de comunicación digital ha llevado a resolver parcialmente algunas problemática de comunicación y comprensión de las etapas en las que se lleva a cabo el desarrollo de los PI.

En cuanto a las evidencias, se logra solicitar de manera más concreta a los estudiantes, profesores y tutores lo que a cada uno le corresponde. Los estudiantes generan un reporte, los profesores evalúan y los tutores asesoran y validan partes del proceso.

El registro de los proyectos con sus datos y los integrantes del equipo es la etapa que lleva más tiempo y que requiere de ser corregida y validada en diferentes momentos. Esto ocasiona que no se puedan conocer a tiempo los proyectos y los equipos y que al final del cuatrimestre se tengan que hacer algunos ajustes. La experiencia nos lleva a comprender que esta etapa tiene que estar en continua evolución, la dinámica propia del registro debe abrirse a integrar herramientas tecnológicas nuevas y de mayor agilidad para todos.

Es muy importante remarcar que las herramientas que se han usado hasta ahora son las que están disponibles de manera gratuita, por lo que adaptarlas e integrarlas es parte fundamental de la gestión y dinámica de las etapas de este proyecto.

### *Recomendaciones*

La continuidad en el desarrollo de esta actividad en la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la UPQ, necesita lograr el compromiso de todos sus actores con la finalidad de mejorar y agilizar el proceso. Por otra parte, es importante que se integren en una sola plataforma todas las acciones y las evidencias que se generan.

Trabajar en una base de datos única es un reto que se tiene que alcanzar a la brevedad para enfocarse en las siguientes etapas y poder mejorar las competencias de los estudiantes.

### *Agradecimientos*

Se agradece a todos los tutores, profesores y estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, quienes son los actores en el desarrollo de este proyecto, con estos objetivos, desde 2014.

## Referencias

- Caballero O., “Tecnologías De Información Y Herramientas Para La Administración De Proyectos De Software “ Revista Digital Universitaria, 10 de junio 2006 • Volumen 7 Número 6 • ISSN: 1067-6079. © Coordinación de Publicaciones Digitales. DGSCA-UNAM
- Coordinación de Universidades Politécnicas, “Estrategias de Gestión para la Operación del Modelo de Educación Basada en Competencias”, Segunda Edición, junio de 2012 Coordinación de Universidades Politécnicas México, D.F.
- García R., Cuevas O., “ Diseño y aplicación de una plataforma tecnológica para la gestión del conocimiento: caso ITSON”, Apertura, vol. 9, núm. 10, abril, 2009, pp. 6-19 Universidad de Guadalajara Guadalajara, México
- Ortega L., “ Proyectos integrados: metodología para una gestión del conocimiento”, Revista de Formación de Recursos Humanos 2017, 3-7:27-35
- Proyecto Tuning, A. L. “Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina”. (U. d. Universidad de Deusto, Ed.), (2007) Recuperado el septiembre de 2020, de <http://tuning.unideusto.org/tuningal/>
- Villamizar L., Rojas W., Sánchez M., “Modelo de investigación en gestión de proyectos para la investigación en ingeniería”, Rev. esc.adm.neg. No. 74 Enero-Julio, 2013, Bogotá, Pp. 54-71

## Notas Biográficas

**Dra. Lydia Gabriela Ortega Bucio**, es profesor investigador de Universidad Politécnica de Querétaro en el área de mecatrónica. Su Doctorado en Mecánica por la Université Joseph Fourier, Grenoble, Francia, Maestría en Mecánica por la Université Joseph Fourier, Grenoble, Francia, Maestría en Educación, Universidad Marista de Querétaro y Licenciatura como Ingeniera Geóloga por la Universidad Autónoma de México. Es docente en materias relacionadas a Mecánica.

**M.C. Madeleine Medina Castillo** es Profesor Investigador de Tiempo completo de la Universidad Politécnica de Querétaro en el área de mecatrónica.. Ingeniero químico en procesos por el Instituto Tecnológico de Pachuca y maestría en matemáticas educativas por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Cuenta con perfil Deseable PRODEP, miembro del Cuerpo Académico de Tecnología Educativa. Realiza proyectos académicos y de investigación en los programas de “Verano de la Ciencia” y “Nuevos Talentos”. Ha participado como evaluador en programas como “Jornadas tecnológicas”.

**M.C. Fabiola Hernández Hernández** es Profesor Investigador de Tiempo completo de la Universidad Politécnica de Querétaro. Licenciada en Matemáticas aplicadas, de formación y maestría en Ingeniería de Biosistemas, ambas por la Universidad Autónoma de Querétaro. Cuenta con perfil PRODEP. Realiza proyectos académicos y de investigación en los programas de “Verano de la Ciencia” y “Nuevos Talentos”. Ha participado como evaluador en programas como “Jóvenes Investigadores”. Tiene 13 años de experiencia docente y diversas publicaciones indexadas y arbitradas.

**Dra. Adela Becerra Chávez** es profesora del Programa Académico de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad Politécnica de Querétaro. Tiene formación académica de Licenciada en Matemáticas Aplicadas por la Universidad Autónoma de Querétaro, Maestría en Administración Organizacional y Desarrollo Educativo por el Instituto Pedagógico de Estudios de Posgrado y Doctorado en Ciencias de la Educación por el Instituto Pedagógico de Estudios de Posgrado. Tiene una experiencia en la docencia de 18 años en diferentes instituciones de educación media superior y superior a nivel licenciatura. Cuenta con perfil PRODEP y Miembro del Cuerpo Académico de Gestión del Conocimiento en la universidad para la ciencias, tecnología y sociedad. Es Coordinadora del área de Ciencias Básicas de la Universidad Politécnica de Querétaro. Miembro de Comités de Organización y Evaluación en Olimpiada de Lógica Internacional de la AML y del Concurso de Ciencias Básicas de Universidades Politécnicas y Tecnológicas. Asesora Académica en la Olimpiada de Lógica, Investigadora Anfitrión en el Verano de la Ciencia, Asesora de Proyectos de Estancias y Estadía. Mentora en el programa de STEM, futuras líderes, de U.S. Mexico Foundation

**M.C. José Marcos Zea Pérez**, es profesor investigador de la Universidad Politécnica de Querétaro en el área de mecatrónica. Su maestría en Sistemas de manufactura por el Tecnológico de Monterrey campus Querétaro, licenciatura en Ingeniería Mecatrónica por el Instituto tecnológico de Querétaro, actualmente está haciendo un doctorado en manufactura avanzada en Centro de tecnología avanzada Querétaro. Es docente en materia de diseño, programación y automatización.

# PLAN DE DESARROLLO ORGANIZACIONAL PARA UNA SOCIEDAD PRODUCTORA DE AGUACATE EN COMONFORT, GUANAJUATO

D.I. Jessica Iliana Osorio Avila<sup>1</sup>, Dr. Daniel Hernández Soto<sup>2</sup>,  
M.G.A. Alicia Casique Guerrero<sup>3</sup> y Dra. Alicia Alma Alejos Gallardo<sup>4</sup>

**Resumen**—El documento presenta un proceso logístico para la elaboración de un plan de desarrollo organizacional en el sentido estratégico, dirigido a una asociación de productores de aguacate recién conformada en el municipio de Comonfort en el estado de Guanajuato. Debido a la diversidad de socios que la conforman es necesario realizar un diagnóstico estratégico del estado actual de los recursos con los que cuentan, que, a través del apoyo de un instrumento y posterior aplicación de análisis estadístico, sirva de fundamento para brindar una propuesta de diseño organizacional inicial. Parte de los objetivos de este artículo es identificar elementos de la planeación estratégica como área de oportunidad para que la nueva organización pueda tener herramientas y ventajas de negociación para la comercialización de su producto, tanto dentro como fuera del estado donde se localizan.

**Palabras clave**— organización, planeación estratégica, aguacate.

## Introducción

El aguacate es un antiguo fruto, se dice que tiene presencia desde el período prehispánico, se le llama silvestre, porque se ha reproducido a orillas de ríos en condiciones húmedas. En el municipio de Comonfort, gracias a la presencia del río Laja Bajío y el arroyo de Jalpilla hubo plantaciones de aguacate desde terrenos alrededor hasta llegar a Comonfort, como de poniente hasta el arroyo Neutla, este fue un cultivo que se produjo de forma orgánica en el lugar y sus habitantes fueron reproduciendo las plantaciones a traspatio.

Durante los años cincuenta en el municipio, había muchas plantaciones personales y familiares sin mucho tecnicismos en la huerta y la cosecha. Las cosechas eran vendidas a muy buen precio a particulares y empresas de la época que se acercaban a cualquier local para adquirirla. A mediados de esa misma década, inició el auge del fruto en el municipio, con la especie más conocida como criolla. Sin embargo, se dejaron ver otros lugares y otras especies que también cobraban importancia, como Michoacán con la especie Hass, Puebla con especies criollas seleccionadas y Cuernavaca con la especie fuerte. A finales de los años setenta, una plaga alcanza las huertas del fruto y para tratar de eliminarla, se cortan y queman los árboles enfermos, haciendo que las plantaciones se redujeran de manera considerable.

Para la recuperación de las plantaciones se realizaron injertos de otras especies de aguacate en las huertas originales de aguacate criollo, logrando recobrar algunas de las áreas afectadas. Pero, para la década de los noventa, un temporal con fuertes heladas afectó las plantaciones reduciéndolas nuevamente. El crecimiento de la producción del cultivo en otros lugares, la migración de jóvenes a las ciudades y el cambio a producir otro tipo de productos hizo que el cultivo se redujera en el municipio. Sin embargo, en los últimos tres años un grupo de productores de aguacate se agruparon para promover su producto y aprovechar la expansión de la demanda del producto en el mercado. Por lo que, es necesario diagnosticar estratégicamente la situación de los recursos en su estado actual para que, con esa información, se genere una propuesta de diseño organizacional que contribuya con la planeación estratégica de la nueva organización.

<sup>1</sup>Jessica Iliana Osorio Avila estudiante de la Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato. [m1903086@itcelaya.edu.mx](mailto:m1903086@itcelaya.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El Dr. Daniel Hernández Soto es Profesor de Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato. [daniel.hernandez@itcelaya.edu.mx](mailto:daniel.hernandez@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> La M.G.A. Alicia Casique Guerrero es Profesora de Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato. [alicia.casique@itcelaya.edu.mx](mailto:alicia.casique@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> La Dra. Alicia Alma Alejos Gallardo es Profesora de Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato. [alma.alejos@itcelaya.edu.mx](mailto:alma.alejos@itcelaya.edu.mx)

## Descripción del Método

### *Proceso logístico para el establecimiento de una empresa rural*

Al sector de las mipymes se les conoce como entidades trabajadoras que aportan mucho a la economía de los países. Sin embargo, se sabe que, por sus condiciones empíricas, las deficiencias administrativas las limitan a desarrollarse de manera saludable dentro del mercado. Por lo que, se desarrolló una revisión bibliográfica del proceso estratégico para el establecimiento de una empresa rural con el objetivo de brindarle una propuesta de diseño organizacional a la nueva organización de productores de aguacate de Comonfort, Guanajuato, teniendo como base la planeación estratégica.

### *Evolución de las Organizaciones*

Las primeras prácticas del ejercicio administrativo iniciaron precisamente en el campo. Fue para el período neolítico que el hombre empieza establecerse porque aprende a plantar y a domesticar animales, por lo que deja de ser nómada, teniendo como resultado, los primeros asentamientos de personas que dieron origen a las posteriores ciudades. El trabajo del hombre en las huertas generó frutos para la alimentación familiar, sin embargo, también surgieron excedentes que empezaron a almacenar y verse en la necesidad de administrar. Haciendo referencia a los orígenes, desde la etimología, según Reyes (2004) el vocablo “administración” está formado por el prefijo *add* que significa hacia y por el vocablo griego *ministratio* cuyo origen se encuentra en *minister*. Este a su vez está compuesto por dos vocablos de origen griego, el primero es *minus* que es un comparativo de inferioridad y el sufijo *ter* que funge como término de comparación. De esta forma *minister*, significa subordinación u obediencia. Es decir, se refiere al sujeto que desarrolla una función al servicio de otra persona; la procedencia de la palabra administración está referida a la función que una persona realiza bajo el mando de otra. Esa administración se fue dando, cuando junto al crecimiento demográfico, los dueños de huertas o granjas proporcionaban trabajo a cambio de comida o resguardo a algunos de sus vecinos de los alrededores.

Retomando el tema de los excedentes, el aumento productivo en las granjas y huertas alcanzó para la alimentación unifamiliar. Sin embargo, el crecimiento de las sociedades del entorno hizo demandar el excedente que una vez hubo en el campo, al haber aumento, se requirió de organización y control, aplicando las funciones básicas de la administración y generándose entonces, las primeras organizaciones. Chiavenato (2008) explica que la organización consiste en un conjunto de procedimientos responsablemente ordenados que funciona a partir de dos personas. Ese orden para dirigir a las personas es fundamental para el buen funcionamiento de la organización y para su coexistir, ésta debe de contar con personas aptas para mantener una comunicación constante, deben estar prestas y preparadas para desarrollar actividades conjuntas y tener presente el alcance de objetivos en común. En consecuencia, la disponibilidad de aportar para con la organización de ese determinado grupo de personas, refleja la disposición de ellas para anteponer el control de sus mismas conductas en beneficio de la coordinación de los procedimientos a favor de la organización a la que pertenecen.

Reyes (2004) menciona que el origen de la palabra, “organización” tiene su raíz en el griego *organon* que quiere decir instrumento. Sin embargo, una mejor definición se encuentra en el castellano *organismo* que involucra: secciones y diversas funciones, unanimidad que funciona, acoplamiento y autoconstrucción. Mintzberg (2012) define la organización como un grupo ordenado de labores que reguladas entre sí realizan un trabajo, el cual concluye en un producto o servicio puesto en el mercado. Y entretanto, Franklin & Krieger (2012) exponen que la organización es una agrupación social regularizada que trabaja intencionalmente para el alcance de metas con una estructura ya definida, cuyo componente más destacado es su equipo humano de trabajo. A raíz de notar los beneficios de la venta de excedentes, tanto para los propietarios de granjas y huertas como para los intermediarios, se buscó dar aumento a la producción agrícola. Mientras hubo personas sumándose a labrar el campo, hubo necesidad de distribuir, delegar, agrupar y, sobre todo, organizar las diferentes tareas. Es decir, la agricultura fue la puerta para la promoción del trabajo y la iniciadora de la organización a como se conoce actualmente.

### *Organizaciones Rurales*

Las organizaciones rurales se han ido desarrollando con el paso de los años, según la cultura del área rural interesada y la técnica a la que los agricultores han tenido apoyo o acceso. Sin embargo, con las referencias a través de la historia en otros países sobre el crecimiento sectorial y los beneficios económicos que han alcanzado los agricultores al agruparse; ha provocado que, en otras regiones, quieran seguir los pasos de unir esfuerzos de trabajo por medio de la asociación y así conformar una agrupación que haga empresa. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO, 2014) comparte que en México hay cuatro tipos de organizaciones más dadas a formarse en el área rural: organizaciones económicas, organizaciones gremiales, Comités Sistema – Producto y organizaciones de la sociedad civil. En el caso de las organizaciones económicas, son asociaciones que cohesionan la actividad económica y productiva de sus miembros, y se sustentan en la Ley General de Sociedades

Cooperativas y Ley Agraria a partir de 1992. Y, las organizaciones gremiales tienen como objetivo apoyar a los socios con el acceso, gestión y representación en herramientas de apoyo para producir su producto agrícola o pecuario. Finalmente, el Registro Agrario Nacional (2008) brinda el concepto de las Sociedades Rurales como “asociaciones conformadas por sujetos de derecho social, con la finalidad de coordinar actividades productivas, de asistencia mutua y comercialización en sus núcleos agrarios”. Las organizaciones rurales tienden a obtener personalidad jurídica al establecerse como empresas especializadas para aprovechar recursos naturales o prestar servicios en el sector agrario. La inscripción como sociedad rural, brinda a la organización una posibilidad de acceso a programas sociales de gobierno federal, estatal y municipal. Asimismo, les facilita el acceso a créditos que impulsen proyectos que garanticen la generación de fuentes de trabajo e ingresos en su localidad.

### *Implementación de la Planeación Estratégica*

Actualmente, en el municipio de Comonfort en el estado de Guanajuato, durante los recientes tres años algunos productores de aguacate optaron por agruparse para promover su producto y aprovechar la expansión de la demanda de éste en el mercado. La asociación nace con la esperanza de un espacio en el mercado para colocar el aguacate que producen en sus granjas, esa visión de futuro es necesaria direccionarla con la planeación, un muy buen escenario para la planeación estratégica. Según Fred (2013), la planeación estratégica se dio a conocer en la década de los cincuenta y tuvo muy buena popularidad hasta la década de los setentas, se había puesto toda la esperanza corporativa en esta nueva herramienta. Posteriormente, en la década de los noventa hasta la fecha, se ha ido comprendiendo mejor su aplicación y uso, y ahora funge como una herramienta muy utilizada en las empresas. Su fin es ayudar a la organización a ser más competitiva, mientras que también es un plan de compromiso acordado con todos los departamentos en la organización, que buscan llevarla a puertos de éxito.

Montero & Suarez (2017) plantean que la planeación estratégica es una herramienta que puede usarse para capacitar a los empresarios de pymes con la que hagan fortalecer su organización a través de la aplicación de conocimientos, habilidades y destrezas gerenciales para la toma correcta de decisiones. Además de ser un tópico faltante en este tipo de negocios. Determinan que la aplicación de un modelo de planeación estratégica sirve de seguimiento a los objetivos planteados por la empresa para su posterior evaluación, control, comparación entre el rendimiento obtenido y los resultados deseados. Como también el seguimiento referente al desempeño de las actividades que realizan los miembros de la empresa para su retroalimentación y corrección a como lo necesite el plan. Haciendo referencia a la palabra “estrategia”, Thompson, Strickland & Gamble (2008) comparten que hace alusión a planes, operaciones y direcciones que la administración de la empresa realizará para alcanzar los objetivos trazados; representa un compromiso interno que tiene como visión el crecimiento de la organización. Los autores plantean que es necesario que la organización cree sus propias estrategias, ya que estas actuarán particularmente dentro de la empresa y bajo esa particularidad, se proyectarán las acciones a desarrollar con sus clientes y mercados. Además, recomiendan que la empresa tenga una “ventaja competitiva sustentable”, esto se refiere a que los clientes tengan una inclinación de compra fiel hacia los productos de la organización en comparación a los de su competencia, ya que esa compra fiel dará como beneficio mayores ventas.

Torres (2014) expone que la planeación estratégica es un proceso que cuenta con elementos secuenciales que integran el diagnóstico del ambiente externo e interno de la organización, su misión y visión, objetivos, estrategias, presupuestos, resultados y su evaluación y retroalimentación. Entonces, para funcionar como empresa es necesario diagnosticar estratégicamente la situación de los recursos en su estado presente para que, con esa información, se genere una propuesta de diseño organizacional que contribuya con la planeación estratégica de la nueva organización. Hernández, Gallarzo & Espinoza (2011) amplían que el diagnóstico organizacional consiste en la exposición de experiencias vividas por un equipo de personas en una organización que buscan solucionar situaciones difíciles, abiertas a realizar un análisis propio con el fin de tomar acciones concretas que brinden solución a las situaciones detectadas. La importancia del diagnóstico radica en la realización individual de sus integrantes y como agrupación. Según Muñoz (2017), el diagnóstico empresarial es un referente para conocer, analizar y evaluar aspectos internos y externos que puedan estar afectando a la organización. Sirve para visualizar a profundidad la gravedad de las situaciones y factores que ya se han identificado de manera superficial. Un diagnóstico va acompañado de la evaluación que permita identificar las causas de las fallas o mal funcionamiento dentro de los procesos de gestión. En dicha evaluación, el autor recomienda analizar y medir la información en dos variables, el estado actual y la prioridad de la variable analizada. Ambos autores coinciden que el diagnóstico organizacional debe realizarse tanto al inicio de operaciones, como de manera periódica para anticiparse a los problemas y accionar de forma preventiva para desarrollar una organización saludable.

Apropiado es entonces realizar un diagnóstico en el sentido estratégico, en el que se detecte y evalúe la gestión de los recursos en su estado actual junto con las capacidades de las personas que conforman la asociación.

En base a él se realizará una propuesta de diseño organizacional que colabore con la estructuración de la nueva empresa. Blas (2014) expone que “capacidad”, corresponde a las competencias de una persona para ejercer cierta actividad o conducta adquirida con base al desarrollo de destrezas a través de preparación específica o práctica. Por lo que, unido al ejercicio de la planeación estratégica y la administración, las capacidades administrativas son características que se buscan detectar en las personas que integren un equipo de trabajo, a fin de que se aprovechen las competencias con las que cuentan en pro del trabajo requerido. Las capacidades que se diagnostiquen servirán para diseñar de manera inclusiva y estratégica el diseño organizacional más acorde. Según Chiavenato (2009), el diseño organizacional consiste en el desarrollo y adaptación continua de la estructura organizacional con el fin de alcanzar los objetivos y estrategias planteadas. Recalca que implica división, asignación, coordinación para sincronizar actividades que hagan alcanzar los objetivos organizacionales. Mientras Robbins & Coulter (2014) comparten que el diseño organizacional es un proceso de resoluciones apoyadas a través de los elementos de especialización y agrupación del trabajo, orden de mando, control, centralizar y descentralizar, y la formalización. Gómez-Mejía, Balkin & Cardy (2005) hacen alusión que la estructura o el diseño organizativo considera las relaciones formales o informales, entre las personas miembros de una organización; y que estas relaciones las conforman los flujos de trabajo que se desarrollaran de manera individual y grupal para alcanzar las metas planificadas y ligadas intrínsecamente con la estrategia a largo plazo. Mencionan también que es apropiado diseñar una estructura operativa que contribuya a alcanzar de forma efectiva los objetivos de la organización.

### **Comentarios Finales**

#### *Resumen de resultados*

La elaboración del artículo ha contribuido a la captura de pensamientos de diferentes autores, en el recorrido de la investigación se logra reconocer que los pequeños productores rurales cuentan con el talento, la experiencia y la técnica de producir sus propios productos agrícolas y en muchos casos poder a llegar a comercializar los excedentes. El agruparse con otros miembros de sus comunidades resulta una buena opción para unir esfuerzos de trabajo y productivos que traigan beneficios, tanto individuales como para la comunidad. La producción de aguacate en Comonfort cuenta con una trayectoria histórica notable, a pesar de que años atrás se realizó de forma atomizada, debido a que los productores trabajaban de manera individual. Recientemente han tomado la iniciativa de asociarse y trabajar en conjunto en pro de sus granjas y su desarrollo organizacional, para así impulsar de manera conjunta su producto en el mercado.

La revisión bibliográfica nos recomienda que, a través de un diagnóstico estratégico, puede contribuirse para evaluar la situación actual de los recursos técnicos y humanos con que cuenta la asociación para con el apoyo de la planeación estratégica, proponer un diseño organizacional acorde a los resultados que arroje el mismo. La formulación de la planeación estratégica brindará a la nueva organización herramientas de negociación, aumento de su productividad y rentabilidad, reducción de precios de insumos que requieran, desempeñarse como un centro de intercambio de conocimiento, experiencias y la obtención de bienes de propiedad compartida para llegar a definir factores para la producción y su volumen de comercialización; que con la buena voluntad de todos los integrantes y el trabajo efectivo, contribuyan al desarrollo de la nueva empresa, beneficie a su comunidad y favorezca al crecimiento individual de los integrantes.

#### *Conclusiones*

El conjunto de resultados anteriormente descrito, servirán para evaluar el nivel de interacción administrativa y comportamiento organizacional que actualmente posee la asociación de productores de aguacate de Comonfort, Guanajuato; a fin de determinar aquellos aspectos que están presentes en la organización para contribuir a su desarrollo, así como aquellos que no están presentes en términos de la planeación estratégica.

Dichos resultados más el análisis de la investigación contribuirán a generar una propuesta de diseño organizacional que contribuya con los talentos con los que cuenta la asociación y así, apoyarles a aprovechar al máximos los recursos que poseen y darse a conocer en el mercado de forma estratégica, sabidos que con el trabajo efectivo y ejecutado de manera eficiente pueden alcanzar los objetivos estratégicos propuestos, tanto para la organización como para su desarrollo individual.

#### *Recomendaciones*

Al agruparse y organizarse los miembros de una comunidad para trabajar de manera conjunta hay más probabilidades de puedan alcanzar sus objetivos y también hasta llegar a hacer escuchar sus demandas. En conjunto, también pueden influir en decisiones tanto dentro de su organización como en algunos factores externos que puedan llegar a afectar a su comunidad. El constituir instituciones rurales sólidas y apoyar a fortalecer las que ya existen, promueve la unión, la estabilidad social y el trabajo colaborativo; con lo que se contribuye a reducir las situaciones

adversas y apoyar a que puedan adaptarse a los cambios de un contexto tan cambiante como actualmente atravesamos.

### Referencias

- Blas, P. (2014). *Diccionario de Administración y Finanzas*. México: Palibrio LLC.
- Chiavenato, I. (2008). *Gestión del Talento Humano* (3a ed.). (J. M. Chacón, Ed.) México, D.F., México: McGraw Hill.
- Chiavenato, I. (2009). *Comportamiento Organizacional. La dinámica del éxito en las organizaciones*. México: McGraw Hill.
- Franklin, E., & Krieger, M. (2012). *Comportamiento Organizacional* (1a ed.). (G. Domínguez, Ed.) Naucalpan de Juárez, Estado de México, México: Pearson Educación.
- Fred, D. (2013). *Conceptos de Administración Estratégica*. México, D.F.: Pearson Educación.
- Gómez-Mejía, L., Balkin, D., & Cardy, R. (2005). *Gestión de Recursos Humanos* (5 ed.). (A. Cañizal, Ed., I. Delgado, L. Gómez, A. Romero, & E. Vázquez, Trads.) Madrid, España: Pearson Educación, S.A.
- Hernández, P., Gallarzo, J., & Espinoza, J. (2011). *Desarrollo Organizacional* (1a ed.). (G. Domínguez, Ed.) Naucalpan de Juárez, Estado de México, México: Pearson Educación.
- Mintzberg, H. (2012). *La estructuración de las Organizaciones* (1 ed.). Barcelona, España: Editorial Planeta, S.A.
- Montero, K., & Suarez, L. (2017). *La adopción de modelos de planeación estratégica para impulsar el desarrollo de las pymes en Colombia*. Colombia: Universidad de La Salle, Ciencia Unisalle.
- Muñoz, L. (2017). *Check-list para el Diagnóstico Empresarial*. Barcelona: Profit Editorial I, S.L.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO). (2014). *Estudio sobre el desarrollo institucional de las organizaciones rurales en México*. Ciudad de México: FAO.
- Registro Agrario Nacional. (12 de 10 de 2018). *Gobierno de México*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/ran/articulos/que-son-las-sociedades-rurales?idiom=es>
- Reyes, A. (2004). *Administración Moderna*. México, D.F., México: Limusa Noriega Editores.
- Robbins, S., & Coulter, M. (2014). *Administración* (12a ed.). (G. D. Chávez, Ed.) Ciudad de México, México: Pearson.
- Thompson Jr., A., Strickland III, A., & Gamble, J. (2008). *Administración Estratégica, Teoría y Casos* (15 ed.). México, D.F.: Mc-Graw-Hill Interamericana.
- Torres, Z. (2014). *Administración Estratégica*. México, D.F.: Grupo Editorial Patria, S.A.

### Notas Biográficas

La **D.I. Jessica Iliana Osorio Avila** es estudiante del Posgrado en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya. Realizó sus estudios como Licenciada en Diseño Industrial en la Universidad Rafael Landívar en la Ciudad de Guatemala, Guatemala.

El **Dr. Daniel Hernández Soto** es Profesor de la Maestría en Gestión Administrativa, licenciatura e Ingenierías en el Tecnológico Nacional de México en Celaya. Realizó su Doctorado en Ciencias en Economía en el Colegio de Postgraduados.

La **MGA Alicia Casique Guerrero** es Profesora de la Maestría en Gestión Administrativa, licenciatura e ingenierías en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Gto. Realizó la Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Gto.

La **Dra. Alicia Alma Alejos Gallardo** es Profesora de la Maestría en Gestión Administrativa, licenciatura e ingenierías en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Gto. Realizó el Doctorado en Administración en la Universidad de Celaya, Gto.

# EFEECTO DEL SILICIO PARA ATENUAR EL ESTRÉS SALINO EN PEPINO CULTIVADO EN INVERNADERO

<sup>1</sup>Alberto Paul Osuna Zarate, <sup>2</sup>Dr. Valentín Robledo Torres, <sup>3</sup>Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal, Dra. <sup>4</sup>Francisca Ramírez Godina, <sup>5</sup>Dr. Alberto Sandoval Rangel

**Resumen**—Esta investigación se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con el objetivo de estudiar la respuesta agronómica del cultivo de pepino a la aplicación foliar silicio. Como factor A se utilizaron dos cultivares de pepino (Variedad Induran y SV2516) y Factor B, tres niveles de silicio ( $0 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $10 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$  y  $20 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ). Los resultados muestran que la interacción de SV\* $10 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$  favoreció el aumento de altura de planta, número de frutos y rendimiento, mientras que la mayor concentración de sólidos solubles totales se obtuvieron con los controles de cada variedad, se puede inferir que dicha variable está relacionada con el genotipo y puede ser una respuesta a la salinidad. Se puede concluir que el cultivo de pepino es susceptible al estrés salino y una manera de mitigar estos efectos es aplicar silicio para que no se vea mermada la productividad.

**Palabras clave:** *Cucumis sativus*, bioestimulantes, Salinidad, Estrés abiótico

## Introducción

Dentro de los cultivos hortícolas que se producen en invernadero se encuentran las cucurbitáceas, entre ellos el pepino (*Cucumis sativus* L.) distinguiéndose por ser un producto con alta demanda mundial (Eifediyi & Remison, 2010). Los principales países productores de pepino son China, Irán, Rusia, Turquía, EUA y México. Nuestro país ocupa el sexto lugar alcanzando una producción de 956,005 toneladas. Con una superficie de aproximadamente 20 mil hectáreas destinadas a este cultivo y logrando exportaciones de 693, 611 toneladas con un valor aproximado de 483 millones de dólares (FAOSTAT, 2017). La salinidad del suelo es el problema más extenso de degradación de la tierra y se ha convertido en un factor ambiental grave que limita la productividad de los cultivos y de la agricultura en general debido también al cambio climático (Xie et al., 2017). Se ha estimado que en todo el mundo el 20% del total cultivado y el 33% de las tierras agrícolas irrigadas están afectadas por la alta salinidad. Además Jamil et al., (2011) mencionan que las áreas salinizadas aumentan a una tasa del 10% anual. Esto ocurre por dos fuentes principales, por procesos naturales o actividades inducidas por los humanos (Ammari et al., 2013). La causa principal viene del material del suelo de origen, depósitos de sal, precipitación insuficiente y otras condiciones climáticas que limitan la lixiviación de iones del perfil del suelo (Hammdé & Sulieman. (2020). Por otro lado, se ha pronosticado que más del 50% de las tierras cultivables serán salinas para el año 2050.

El  $\text{Na}^+$  es la causa principal del estrés salino, una alta acumulación puede provocar toxicidad en la planta. Un suelo salino se define generalmente cuando la conductividad eléctrica (CE) del extracto de saturación en la zona de la raíz supera los  $4 \text{ dS m}^{-1}$  (aproximadamente  $40 \text{ mM NaCl}$ ) a  $25^\circ \text{C}$  y tiene un sodio intercambiable de 15 % (Jamil et al., 2011). Una alta concentración de sal en la solución del suelo reduce la capacidad de las plantas para adquirir agua, lo que se conoce como efecto osmótico o de déficit hídrico de la salinidad. El efecto osmótico de la salinidad induce cambios metabólicos en la planta, idénticos a los causados por el “marchitamiento” inducido por estrés hídrico y muestra pocas diferencias entre genotipos (Machado & Serralheiro, 2017). Los bioestimulantes se integran cada vez más en los sistemas de producción, con el objetivo de modificar los procesos fisiológicos en las plantas para optimizar

---

<sup>1</sup> Estudiante de la Maestría en Ciencias en Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. osunazarate@hotmail.com (Autor corresponsal)

<sup>2</sup> Profesor investigador, del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. robledo3031@gmail.com

<sup>3</sup> Profesora investigadora, del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. rosalandamendoza@gmail.com

<sup>4</sup> Profesora investigadora, del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. godramf@gmail.com

<sup>5</sup> Profesor investigador, del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, es también coordinador de la Maestría en Ciencias en Horticultura. asandovalr16@gmail.com

la productividad, en el cual se ofrece un enfoque potencialmente novedoso para la regulación / modificación de procesos fisiológicos en plantas, para estimular el crecimiento, mitigar las limitaciones inducidas por el estrés y aumentar el rendimiento (Yakhin et al., 2017). Las propiedades benéficas del silicio están mejor documentadas con respecto a sus efectos positivos sobre la tolerancia al estrés abiótico y la resistencia a patógenos y enfermedades (Albrecht, 2019). Se ha demostrado que el Si anula el estrés provocado por la sequía y la salinidad, respecto a intercambio de gases y contenido relativo de agua en las hojas (Debona et al., 2017). También las sustancias húmicas han sido reconocidas durante mucho tiempo como contribuyentes esenciales a la fertilidad del suelo, actuando sobre las propiedades físicas, fisicoquímicas, químicas y biológicas del suelo (Du Jardin, 2015). El objetivo de este trabajo es, evaluar los efectos de silicato de potasio y sustancias húmicas en la productividad en el cultivo de pepino.

## Descripción del Método

### *Localización*

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, donde se tiene una altura de 1790 msnm, con coordenadas de 25° 21" Latitud Norte y a los 101° 01" de Longitud Oeste; perteneciente a la ciudad de Saltillo Coahuila, México.

### *Material vegetal*

En éste trabajo se estudió la respuesta agronómica de dos híbridos partenocarpicos comerciales de pepino tipo americano y la aplicación foliar silicio. Como factor A se utilizaron los cultivares de pepino, Induran y SV2516 (V1 y V2) y como Factor B, tres niveles de silicio 0 ml<sup>-L</sup>, 10 ml<sup>-L</sup> y 20 ml<sup>-L</sup> (S0, S1 y S2 respectivamente).

### *Manejo del cultivo*

Los cultivares de Pepinos se sembraron en charolas de 72 cavidades de poliestireno, como sustrato se utilizó una mezcla germinativa de nombre comercial BM2 HP de la marca Berger que contiene peat moss, perlita y vermiculita con una relación 1:1:1 v/v/v, colocando una semilla por cavidad. Las camas de siembra se formaron a una separación de 1.80 m entre líneas de trasplante y un largo de 15 m, se les colocó cintilla de riego y acolchado plástico de color negro. El trasplante se efectuó 20 días después de la siembra, cuando las plántulas tuvieron dos hojas verdaderas. La distancia entre planta fue de 20 cm a una sola hilera. El manejo del cultivo de pepino se realizó bajo un sistema de producción en invernadero con tutorado tipo holandés. Para la fertilización se eligió una solución de Steiner (1969), la cual se incrementó de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo, aplicando solo 25% al inicio, etapa vegetativa 50%, floración 75% y llenado de fruto y cosecha 100%. El gasto de agua fue de 0.75 lts, 1.5 lts, 2.25 lts y 3 lts respectivamente por etapa fenológica. La solución nutritiva fue suministrada mediante el sistema de fertirriego y la solución quedó ajustada a 1.8 dS m<sup>-1</sup> y 6 pH. Dos semanas después del trasplante se añadió 25 mm de cloruro de sodio para provocar estrés salino. El bioestimulante que se utilizaron fueron el silicato de potasio de la compañía Genhydro de nombre comercial Armor Si y fueron aplicados cada 7 días vía foliar, durante todo el ciclo.

### *Diseño experimental*

Se utilizó un de tratamiento factorial 2 x 3 (dos variedades y tres niveles de Si) dando origen a seis tratamientos que fueron establecidos bajo un diseño experimental de bloques completos al azar.

Cuadro 1: Descripción de los tratamientos estudiados.

Tratamiento	Factor A	Factor B
V1S0	Indurain	0 ml·L <sup>-1</sup>
V1S1	Indurain	10 ml·L <sup>-1</sup>
V1S2	Indurain	20 ml·L <sup>-1</sup>
V2S0	SV1526	0 ml·L <sup>-1</sup>
V2S1	SV1526	10 ml·L <sup>-1</sup>
V2S2	SV1526	20 ml·L <sup>-1</sup>

*Análisis estadístico*

Se realizó un ANOVA con ayuda del software Infostat versión 2018 y se utilizó una prueba de medias Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

*Resultados y discusión*

En la pruebas de medias se encontró diferencias todas las variables evaluadas, excepto en DT (Cuadro 2). La interacción de V2\*10 ml<sup>-1</sup> reflejo la media más alta en AP, con un 6.29% y 9.83% de superioridad sobre y los tratamientos V1S0 y V2S0, aunque fueron significativamente iguales, pero fue significativamente superior que el tratamiento V1S1, al cual supero en 15.59%, indicando que la variedad Indurain respondió mejor a la aplicación de 10 ml·L<sup>-1</sup> de silicato de potasio. Se puede asumir que AP fue influenciada por los cultivares de pepino y los niveles de Si, en éste sentido el Alsaeedi et al., (2019) encontraron que las plantas tratadas con Si poseían mayor área foliar, mayor contenido de clorofila, plantas más altas y mayor contenido de nitrógeno en comparación con las no tratadas. Otros estudios han demostrado que el Si potencia la masa seca de pepino (Alsaeedi, 2018). En DT no se mostró diferencia significativa entre las interacciones, esto no coincide con lo reportado por (Carballo, 2019) donde al incrementar de 50 mg·L<sup>-1</sup> a 100 mg·L<sup>-1</sup> de Si hubo un incremento del DT en plántulas de tomate. En el NFP se encontró que la media más alta la presentó el tratamiento V2S1 con un valor de 8.63, y éste fue 44.8% superior al tratamiento V1S1, indicando una interacción de los factores bajo estudio, ya que en éste caso la variedad SV1526 respondió mejor a la aplicación de 10 ml·L<sup>-1</sup> de silicato de potasio. En Rend con la media más alta fue obtenida con el tratamiento V2S1 con un valor de 9.03 kg·m<sup>2</sup>, éste tratamiento supero significativamente en 49.5% a V1S1 y en 34.78 al tratamiento V2S2, respondiendo las variedades de forma diferente a los niveles de Si utilizados. Al respecto Abd-Alkarim et al., (2017) mencionan que la función de Si sobre el rendimiento de pepino no está clara, aunque se ha informado que se aumenta la absorción de nutrientes y actividad fotosintética, resultando que es benéfica para el crecimiento de la planta, desarrollo y rendimiento. En SST la media con mayor valor fue el tratamiento V1S0, el cual acumulo 23.12% más °Brix que el tratamiento V1S1 y hasta 32.21% más que el tratamiento V2S2, indicando que las variedades utilizadas tienen respuestas diferenciales en relación con el nivel de Si utilizado.

Cuadro 2: Valores medios de la interacción de variedades de pepino y silicio.

Tratamiento	AP (cm)	DT (mm)	NFP	Rend kg·m <sup>2</sup>	SST (° Brix)
V1S0	275.22ab	13.33a	7.66ab	6.98ab	3.94a
V1S1	251.91 b	12.15a	5.96b	6.04b	3.2bc
V1S2	276.57ab	12.8a	8.00ab	7.43ab	3.84a
V2S0	267.41ab	11.95a	7.89ab	7.97ab	3.51ab
V2S1	293.7a	12.29a	8.63a	9.03a	3.11bc
V2S2	252.93b	11.71a	6.44ab	6.7b	2.98c
<i>P</i> valor	**	ns	**	*	**

Nota: \*, \*\*= significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente, ns= no significativo, medias con la misma en columna son significativamente iguales ( $P \leq 0.05$ ), AP= Altura de planta, DT= Diámetro basal de tallo, NFP= Numero de frutos por planta, Rend= Rendimiento por metro cuadrado, STT= Solido solubles totales.

### Conclusiones

La variedad de pepino SV1526 con la aplicación de silicio, a razón  $10 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$  indujeron un aumento en las variables AP, NFP y Rend, además mostrando que los dos cultivares tuvieron una respuesta diferente a los niveles de Si estudiados. Los tratamientos sin aplicación Si fueron los que presentaron los mayores valores de Si, además los cultivares respondieron de forma diferente a los niveles de Si estudiados.

### Bibliografía

- Abd-Alkarim, E., Bayoumi, Y., Metwally, E., & Rakha, M. (2017). Silicon supplements affect yield and fruit quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in net houses. *African Journal of Agricultural Research*, 12(31), 2518-2523.
- Albrecht, U. (2019). [HS1330] Plant Biostimulants: Definition and Overview of Categories and Effects. *EDIS*, 2019(3).
- Alsaeedi, A., El-Ramady, H., Alshaal, T., El-Garawani, M., Elhawat, N., & Al-Otaibi, A. (2018). Exogenous nanosilica improves germination and growth of cucumber by maintaining  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  ratio under elevated  $\text{Na}^+$  stress. *Plant physiology and biochemistry*, 125, 164-171.
- Alsaeedi, A., El-Ramady, H., Alshaal, T., El-Garawany, M., Elhawat, N., & Al-Otaibi, A. (2019). Silica nanoparticles boost growth and productivity of cucumber under water deficit and salinity stresses by balancing nutrients uptake. *Plant Physiology and Biochemistry*, 139, 1-10. V.
- Ammari, T. G., Tahhan, R., Abubaker, S., Al-Zu'bi, Y., Tahboub, A., Ta'Any, R., ... & Stietiya, M. H. (2013). Soil salinity changes in the Jordan Valley potentially threaten sustainable irrigated agriculture. *Pedosphere*, 23(3), 376-384.
- Carballo Méndez, FDJ (2019). Efecto del silicio en plantas sometidas a estrés salino (Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Debona, D., Rodrigues, F. A., & Datnoff, L. E. (2017). Silicon's role in abiotic and biotic plant stresses. *Annual Review of Phytopathology*, 55, 85-107.
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14.
- Eifediyi, E. K. y Remison, S. U. 2010. Growth and yield of cucumber (*Cucumis sativum* L.) as influenced by farm yard manure and inorganic fertilizer. *J. Plant Breed. Crop Sci.* 2:216-220.
- FAO/STAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.2017>. [Consulta: 20 de marzo de 2019].
- Hammde, L., & Sulieman, A. (2020). Effect of NaCl Saline Irrigation Water on Soil Salinity. *Natural and Applied Sciences Series*, 35(2).
- Jamil, A., Riaz, S., Ashraf, M., & Foolad, M. R. (2011). Gene expression profiling of plants under salt stress. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30(5), 435-458.
- Machado, R. M. A., & Serralheiro, R. P. (2017). Soil salinity: effect on vegetable crop growth. Management practices to prevent and mitigate soil salinization. *Horticulturae*, 3(2), 30.
- Xie, X., Pu, L., Wang, Q., Zhu, M., Xu, Y., & Zhang, M. (2017). Response of soil physicochemical properties and enzyme activities to long-term reclamation of coastal saline soil, Eastern China. *Science of the total environment*, 607, 1419-1427.
- Yakhin, O. I., Lubyayov, A. A., Yakhin, I. A., & Brown, P. H. (2017). Biostimulants in plant science: a global perspective. *Frontiers in plant science*, 7, 2049.

# DISEÑO DE UN PROCESO PARA ATENDER SOLICITUDES DE IDEAS DE NEGOCIO DE BASE TECNOLÓGICA POR PARTE DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Mtro. Edgar Alfredo Ozuna Valdez<sup>1</sup>, Mtro. Jesús Antonio Gaxiola Meléndrez<sup>2</sup>,  
Mtro. Iván Tapia Moreno<sup>3</sup> y Dra. Elsa Lorena Padilla Monge<sup>4</sup>

**Resumen**—Se realizó un análisis de la operación de los últimos tres años en la Incubadora de Empresas del Instituto Tecnológico de Sonora, con la finalidad de identificar la cantidad y los tipos de servicios ofrecidos a los estudiantes de nivel superior del mismo Instituto, dicho análisis permitió identificar que todos los servicios ofertados por Incubadora son de tipo de emprendimiento tradicional; con lo anterior se encontró un área de oportunidad que permitió trabajar en la generación de un proceso para atender solicitudes de ideas de negocio de base tecnológica con apoyo de plataformas en la nube, aprovechando la fácil adopción y el uso de Internet por parte de los estudiantes universitarios.

**Palabras clave**— emprendimiento, ideas, tecnología, universidad, proceso.

## Introducción

Incubadora de Empresas del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) fue fundada en mayo de 2005 con inversión y modelo de incubación propio. Dentro del ITSON es considerada como un área dinámica que año con año busca mejorar y ser más eficiente al entorno normativo de las instituciones públicas y del gobierno sin perder de vista su punto central: los y las emprendedoras.

Como parte de sus antecedentes, Incubadora de Empresas ITSON desde mayo de 2006 es miembro del Sistema Nacional de Incubadoras de Empresas de la propia Secretaría de Economía del Gobierno Federal. Recientemente el Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM), dependencia que pertenece a la Secretaría de Economía del Gobierno Federal en México es la encargada de clasificar a las incubadoras de negocios, dependiendo de los servicios que éstas ofrecen; existiendo 3 tipos de clasificaciones: básicas o tradicionales, alto impacto y base tecnológica. Es importante resaltar que, por sexto año consecutivo, este 2019, la Incubadora de Empresas ITSON fue reconocida por el INADEM como incubadora de empresas básica o tradicional.

Los objetivos específicos de Incubadora de Empresas ITSON son los siguientes:

- Ser ventanilla única para proyectos de incubación en la institución, independientemente de su naturaleza o nivel técnico empresas tradicionales, empresas de base tecnológica o empresas sociales serán atendidas en esta instancia.
- Impulsar y vigorizar la relación de incubadora con la planta docente y las direcciones académicas a través de actividades conjuntas que beneficien el desarrollo y formación de nuevos emprendedores.
- Fortalecer la cultura emprendedora del estudiante ITSON mediante iniciativas que alienten la formación y consolidación de sus proyectos empresariales.
- Incidir en el fortalecimiento de los planes de estudios por competencias mediante la vinculación activa de la incubadora con los Programas de Estudio, esta relación permitirá al estudiante que sus conocimientos, habilidades, actitudes y valores se pongan en práctica.

Incubadora de Empresas ITSON, atiende a las comunidades donde tiene presencia el Instituto Tecnológico de Sonora, en este caso, las ciudades de: Obregón, Guaymas, Empalme, Navojoa y Huatabampo, incluso se ha extendido a un alcance regional, es decir, a gran parte del sur del estado de Sonora, además de ofrecer los servicios a la comunidad a la que sirve el ITSON, es de vital importancia para ITSON que Incubadora ofrezca sus servicios a su

---

<sup>1</sup> Mtro. Edgar Alfredo Ozuna Valdez es Profesor del Departamento de Computación y Diseño en el Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México. [edgar.ozuna@potros.itson.edu.mx](mailto:edgar.ozuna@potros.itson.edu.mx)

<sup>2</sup> El Mtro. Jesús Antonio Gaxiola Meléndrez es Profesor Investigador en el Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México. [jesus.gaxiola@itson.edu.mx](mailto:jesus.gaxiola@itson.edu.mx)

<sup>3</sup> El Mtro. Iván Tapia Moreno es Profesor del Departamento de Computación y Diseño en el Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México. [ivan.tapia@itson.edu.mx](mailto:ivan.tapia@itson.edu.mx)

<sup>4</sup> La Dra. Elsa Lorena Padilla Monge es Profesor Investigador en el Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México. [elsa.padilla@itson.edu.mx](mailto:elsa.padilla@itson.edu.mx)

comunidad universitaria, incluyendo: alumnos, maestros y personal administrativo que tengan la inquietud de desarrollar un proyecto de negocio.

El presente trabajo de investigación se enfocó exclusivamente a los servicios ofrecidos a los estudiantes del Instituto y se realizó un análisis de los últimos tres años para conocer la cantidad de alumnos que optaron por acercarse a la Incubadora de Empresas ITSON, logrando identificar que se han atendido a 108 estudiantes de nivel superior del Instituto Tecnológico de Sonora de un total de poco más de 14,500 estudiantes matriculados. En la Tabla 1 se presentan los datos obtenidos de dicho análisis.

	2016	2017	2018
Alumnos ITSON que inician el proceso de incubación.	35	40	33
Empresas tradicionales formalizadas por alumnos ITSON.	14	15	18

Tabla 1. Resultados del análisis de la operación en Incubadora de Empresas ITSON.

En base a los datos obtenidos se trabajó en diseñar un proceso que permita atender las solicitudes de ideas de negocio de base tecnológica de los estudiantes de nivel superior del Instituto Tecnológico de Sonora, apoyados con el uso de tecnologías de información con la finalidad de que Incubadora de Empresas ITSON pueda cumplimiento a sus objetivos estratégicos en relación a la generación de empresas, actualmente la meta anual es 10 empresas de estudiantes de ITSON.

Para Incubadora de Empresas ITSON es de vital importancia contar con un proceso que les permita atender las solicitudes de emprendimiento de base tecnológica, realizadas por los estudiantes del Instituto Tecnológico de Sonora, esto, debido a que, actualmente no se cuenta con la posibilidad de que un estudiante universitario pueda emprender un negocio con el apoyo de la Incubadora, pese, a que la Incubadora pertenece a un Tecnológico y no se cuenta con ese soporte y además es un objetivo establecido en su filosofía y el cual no se está cumpliendo. Además de lo antes mencionado, el recibir solicitudes de emprendimiento de base tecnológica estaría dando sustento a los objetivos del Plan de Desarrollo Institucional 2020, que actualmente está en vigor en el ITSON.

### Descripción del Método

La investigación se realizó en el Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Obregón, campus Centro, específicamente en Incubadora de Empresas ITSON, ubicada en el segundo piso del Centro de Estudios Estratégicos y de Negocios (CEEN). Incubadora de Empresas ITSON es un área perteneciente a la Dirección de los Servicios del ITSON.

Para la realización de la investigación se utilizó la Metodología Rápida de Reingeniería propuesta por los autores Raymond I. Manganelli y Mark M. Klein (2004) en su libro: “Como hacer reingeniería”. Dicha Metodología permite obtener rápidos resultados, permitiendo realizar cambios radicales a los procesos estratégicos del negocio o en su caso apoyar para la generación de nuevos procedimientos.

La Metodología Rápida de Reingeniería cuenta con 5 fases, tal como se observa en la Figura 1 y las cuales se mencionan a continuación: Preparación, Identificación, Visión, Solución y Transformación. Al término de cada fase se obtuvo un producto, el cual forma parte importante del proyecto. Una gran ventaja de esta metodología, es que permite que las tareas puedan desarrollarse en forma simultánea y algunas otras permite que se adelanten, por lo que el desempeño general es muy superior a medida en que los especialistas y analistas se adentran y experimentan sus capacidades (Pérez, G., 2010).

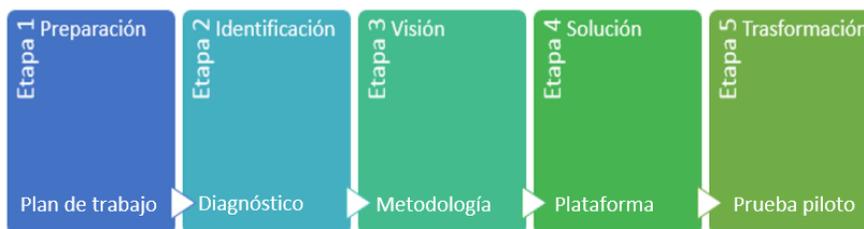


Figura 1. Metodología de Rápida de Reingeniería.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados.

En la etapa uno de la metodología, se realizaron entrevistas con el personal de la Incubadora de Empresas ITSON, principalmente con la Coordinadora de la Incubadora, en este caso la Maestra Araceli Félix Solorio con la finalidad de conocer la operación actual de cada uno de los procesos que conforman el modelo de incubación tradicional con el que cuenta la incubadora desde el año 2005. Durante la etapa de Identificación se realizó un análisis que permitió generar tres diagramas de procedimientos del modelo de incubación tradicional, con los cuales actualmente trabaja la Incubadora de Empresas ITSON. En las Figuras 2, 3 y 4 se muestran los tres diagramas.

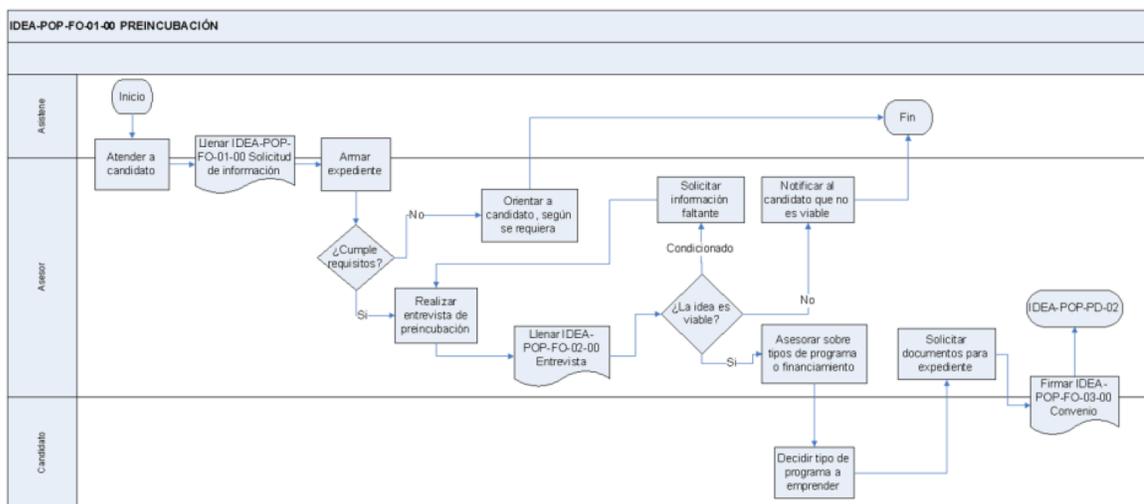


Figura 2. Procedimiento de pre-incubación de la Incubadora de Empresas ITSON.

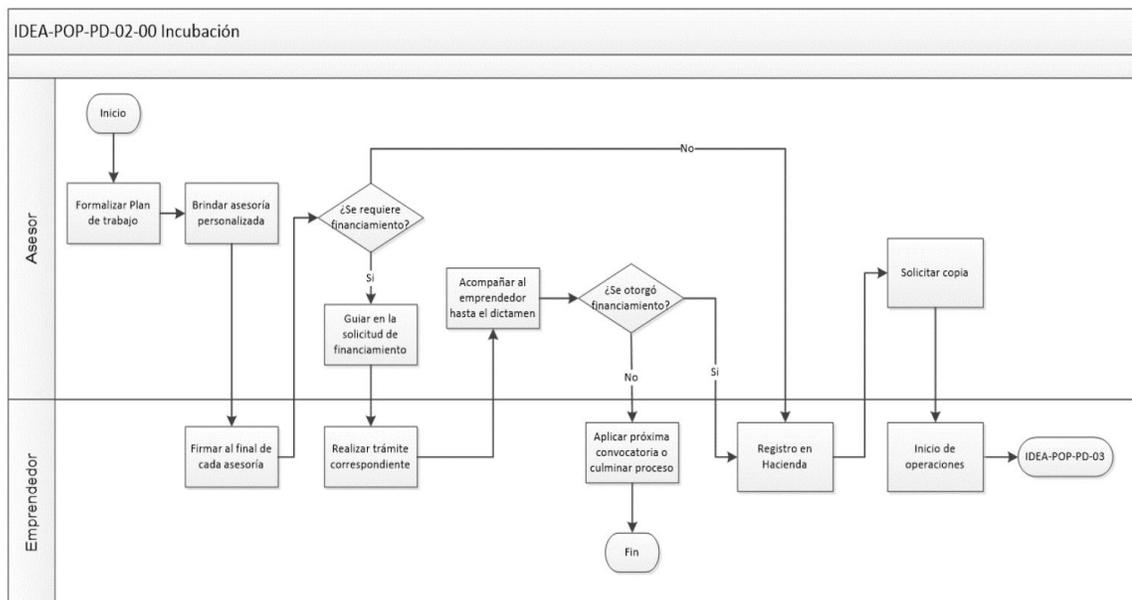


Figura 3. Procedimiento de incubación de la Incubadora de Empresas ITSON.

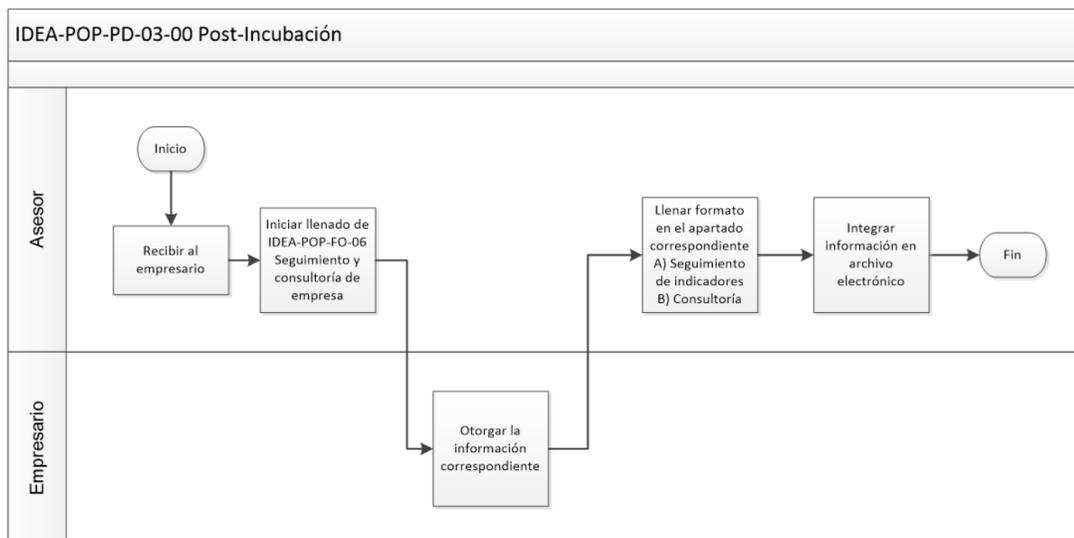


Figura 4. Procedimiento de post-incubación de la Incubadora de Empresas ITSON.

En base al análisis de los diagramas anteriores para la etapa de Visión se trabajó en realizar un estudio en otras universidades del país e incluso de otros países con la finalidad de conocer la forma en la que estás operan en relación a la atención de ideas de emprendimiento de base tecnológica, encontrando lo siguiente:

Se identificó en México, el caso del TEC de Monterrey, dicha universidad cuenta con un modelo que nombró: “Tec Lean Launch”, el cual lo describen de la siguiente manera: “Tec Lean Launch” es el programa de incubación acelerada, que nace para fortalecer el desarrollo y crecimiento de startups de alto impacto para alumnos, EXATEC (egresados), académicos, investigadores y la comunidad en general. “Tec Lean Launch”, busca otorgar beneficios a los participantes durante las 17 semanas de trabajo con, presentación a inversionistas, espacios para aprender herramientas que den solución a problemas, mentores que apoyarán constantemente, validación y desarrollo del producto. Así como también conexiones con clientes y proveedores, networking con un acercamiento al ecosistema de emprendimiento innovador, espacios físicos de trabajo en los campus Estado de México, Santa Fe o lugares de coworking y consultoría en temas específicos y de necesidad para los emprendedores.

El programa consta de un trabajo de cuatro meses en incubación acelerada donde se dará:

- Desarrollo ágil del producto o servicio.
- Se estudiarán las ventas, validación y desarrollo del modelo de negocio.
- Conformarán un equipo de trabajo, o llevarán a mejor nivel el existente.
- Se darán procesos y herramientas de apoyo.

¿Quién puede aplicar? Cualquier emprendedor, emprendimiento, empresa o startup de cualquier industria o tecnología, que cuente con alguno de los siguientes puntos:

- M.V.P. Producto mínimo viable, o algún producto o servicio en etapa básica o avanzada.
- Modelo de negocio y tracción con el mercado en etapa básica o avanzada.
- Equipo con capacidad de llevar al mercado en dos meses su producto o servicio.

En el continente europeo se analizó el modelo aplicado por “Bridge for Billions”, el cual se basa en learning by doing. Según explican en: <http://noticias.universia.es/> learning by doing en un método que propone aprender haciendo, desarrollando habilidades en contexto real para determinar qué actividades disfruta más, cómo resolver un problema y de qué manera trabajar en equipo para combinar ideas.

La premisa es descubrir el propio camino basándose en errores y aciertos, permitiéndose la experimentación distintiva del ámbito pedagógico empresarial. En la educación, su aplicación se realiza evitando las clases magistrales para enfocarse en la práctica.

Tanto los conocimientos, como las competencias y las cualidades personales se adquieren conjuntamente mediante vivencias. La simulación de situaciones reales en una empresa conduce a los participantes a tomar decisiones que marquen líneas estratégicas, además de combinar esfuerzos para coordinar ideas y obtener los mejores resultados. Cada uno tiene su propia manera de aprender, una máxima que respeta el learning by doing porque las personas se involucran activamente en el proceso, manejando sus tiempos.

¿Cómo funciona el learning by doing? teniendo en cuenta que saber no es sinónimo de entender, la comprensión del mundo se genera a través de la práctica de modo que la retroalimentación de tus reflexiones, los compañeros de clase, los socios empresariales, los docentes o formadores, juegan un rol fundamental en el learning by doing. La práctica se ejercita filtrando nuestros sesgos cognitivos para cuestionarnos cómo funcionan las cosas, tratando de deshacernos de los prejuicios.

El learning by doing es un método de formación que consiste básicamente en aprender haciendo, replicado del ámbito pedagógico al empresarial. La metodología es original de la “Team Academy”, escuela de emprendimiento finlandesa y posteriormente adoptada en España por algunas organizaciones.

El método implica cometer errores y buscar fórmulas creativas para sacar adelante proyectos, reales o experimentales, en equipo. Los participantes trabajan como si fueran sus propias empresas. La primera fue la Universidad de Mondragón al crear el grado en Liderazgo Emprendedor e Innovación.

Para la etapa de solución se desarrolló un sitio web (plataforma) que permite establecer una ventanilla de comunicación entre el alumno e Incubadora de Empresas ITSON, la plataforma permite desplegar toda la información necesaria para el inicio del procedimiento desarrollado en el presente trabajo, en la Figura 5 se puede apreciar la interfaz gráfica que es accesible para el alumno ITSON.



Figura 5. Interfaz gráfica del sitio web desarrollado para el contacto entre Incubadora de Empresas ITSON.

Se generó además de la plataforma web, un formulario de registro de ideas de negocio mismo que se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Formulario de registro de ideas de negocio para Incubadora de Empresas ITSON.

Lo anterior permitió obtener un total de 102 estudiantes universitario interesados en iniciar su proceso de incubación de empresas de base tecnológica, demostrándolo en el interés de registrar su idea y participar en la convocatoria generada.

En la etapa cinco de la metodología, transformación, se generaron las herramientas necesarias con el uso de servicios en la nube de Google Docs, permitiendo la creación de un sitio web (plataforma), formulario para el registro de datos de alumnos ITSON y base de datos de los registros generados. Antes de lanzar la prueba piloto se realizaron las pruebas necesarias con el apoyo del mismo personal de Incubadora de Empresas ITSON y de personal de apoyo de la Dirección de los Servicios. En la Figura 7 se muestra la metodología que se implementó en el desarrollo de la solución propuesta.

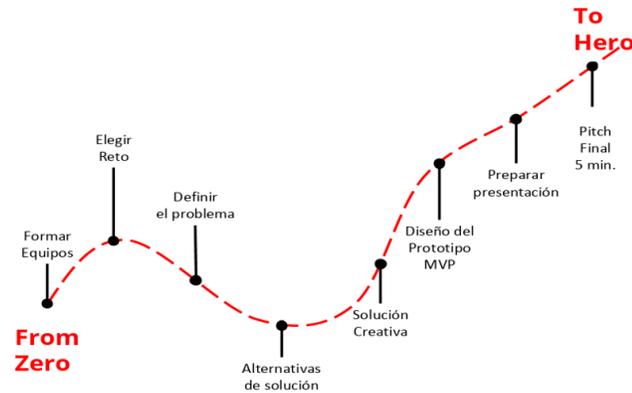


Figura 7. Metodología utilizada para implementar la solución propuesta.

Se realizó una capacitación a asesores de la Incubadora de Empresas para la operación de la prueba piloto con la finalidad de que se familiarizarán con la dinámica propuesta en el nuevo proceso para la atención de solicitudes de incubación de ideas de negocio de base tecnológica.

Con apoyo del Departamento de Sistemas de Información del ITSON se preparó el lanzamiento de un correo masivo a todos los estudiantes inscritos a nivel de licenciatura y maestría de Ciudad Obregón, con la finalidad de invitarlos a participar en la convocatoria para el registro de ideas de negocio de base tecnológica, obteniendo de dicha convocatoria una participación de 102 estudiantes.

### Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente trabajo fueron provechosos, permitiendo lograr aumentar la cantidad de alumnos universitarios del Instituto Tecnológico de Sonora que se vincularon con Incubadora de Empresas ITSON con la propuesta de desarrollar una idea de negocio de base tecnológica. El trabajo generado durante el desarrollo del proyecto fue intenso, pero con un alto grado de satisfacción para los participantes en el mismo, el personal de Incubadora siempre mostró una actitud proactiva y fueron nulos los problemas que se llegaron a presentar en relación a la resistencia al cambio, si no todo lo contrario, se logró una verdadera colaboración.

Se sigue que Incubadora continúe lanzando convocatorias para incentivar en los alumnos del Instituto un espíritu emprendedor que les permita integrarse de forma natural en un ecosistema emprendedor y de superación, sin dejar de lado la posibilidad de interactuar con distintos actores del mencionado ecosistema, como pueden ser: investigadores, profesores del Instituto, inversores, empresarios, financieras, etc.

Se logró impulsar la integración entre la Incubadora de Empresas ITSON y el núcleo académico del Instituto, permitiendo dar sustento al objetivo específico de Incubadora que menciona: “Impulsar y vigorizar la relación de incubadora con la planta docente y las direcciones académicas a través de actividades conjuntas que beneficien el desarrollo y formación de nuevos emprendedores.”; sin embargo, se espera que las bases generadas durante el desarrollo de esta proyecto permita que en un futuro cercano se logre consolidar dicho impulso.

### Referencias

- Hammer, M., & Reingeniería, C. J. (2005). Olvide lo que usted sabe sobre cómo debe funcionar una empresa.¡ Casi todo está errado.
- Manganelli, R. L. (2004). Cómo hacer reingeniería. Editorial Norma.
- Morris, D., Brandon, J., de Barón, C. Á., & Hinestroza, R. R. (1994). Reingeniería: Cómo aplicarla con éxito en los negocios. McGraw-Hill.
- Reingeniería de Procesos. Echeverría, Jaime, 1982.
- Prieto, C. (2014). Emprendimiento, conceptos y plan de negocios. México: Pearson Educación.
- Sistema de Gestión de la Calidad de ITSON. Instituto Tecnológico de Sonora, Consultado en 15 de enero de 2019. Dirección de internet: <https://sgc.itson.edu.mx/>

# Identificación de los grupos cromóforos de un crudo extra pesado por UV-vis

Sergio Iván Padrón Ortega M.C.<sup>1</sup>, Dra. Nohra Violeta Gallardo Rivas<sup>2</sup>,  
Dr. José Luis Mendoza de la Cruz<sup>3</sup> y M.C. Deneb Zamora García Rojas<sup>4</sup>

**Resumen**— La detección de grupos cromóforos en crudos extra pesados es posible por medio de técnicas espectrofotométricas con radiación UV-vis, esto debido a que moléculas grandes e incluso complejas, son transparentes a la radiación mayor a 180 nm. En el presente trabajo, se estudió un crudo extra pesado diluido en ciclohexano para la identificación y cuantificación de los grupos nafténicos, aromáticos y porfirinas preparando una solución patrón de 1000 ppm y realizando mediciones de 20-100, 500 y 1000 ppm. Se obtuvieron señales a las longitudes de onda de 220, 250 y 400 nm.

**Palabras clave**—Crudo extra pesado, UV-vis, bencénicos, nafténicos, banda Soret.

## Introducción

El petróleo crudo es una mezcla compleja de hidrocarburos que representa a varias clases de compuestos, entre los más importantes encontramos a los alcanos, naftenos y aromáticos. También poseen compuestos heterocíclicos de oxígeno, azufre, nitrógeno, fósforo y trazas de metales, especialmente de vanadio y níquel (Acevedo et al. 1998). Los asfaltenos se definen como sólidos solubles en disolventes aromáticos (por ejemplo, benceno / tolueno) e insolubles en disolventes parafínicos (n-heptano / n-pentano / éter de petróleo, etc). Los asfaltenos son hidrocarburos de petróleo con estructura molecular extremadamente compleja que contiene azufre (0.3-10.3%), oxígeno (0.3-4.8%), nitrógeno (0.6- 3.3%), y los elementos metálicos, tales como Fe, Ni, y V en pequeñas cantidades. La precipitación de los asfaltenos provoca diferentes problemas como el bloqueo de la extracción de petróleo crudo en tuberías de transporte y la contaminación de los ecosistemas. El resto aromático, a través de interacciones  $\pi$ - $\pi^*$  e interacciones dipolo, se cree que es uno de los contribuidores dominantes a la auto-asociación de asfaltenos. La caracterización adecuada de la estructura molecular de los asfaltenos y su aromaticidad es fundamental en la comprensión del ensamblamiento (Eshagh et al. 2013).

La espectroscopia ultravioleta visible (UV-vis) ha recibido gran aceptación debido a su amplio campo de aplicación, ya que son muchas las especies activas en el espectro de ultravioleta y muchas más las que con un tratamiento adecuado son capaces de formar especies visibles en el espectro (Wingrove 2001).

Todos los compuestos orgánicos son capaces de absorber radiación electromagnética porque contienen electrones de valencia que pueden ser excitados para llegar a niveles de energía superiores. La energía de excitación asociada con los electrones que constituyen la mayoría de los enlaces sencillos es lo suficientemente alta para que su absorción quede restringida a la región conocida como ultravioleta de vacío ( $\lambda < 185$  nm), donde los componentes de la atmósfera también absorben radiación en forma intensa. A causa de las dificultades experimentales asociadas con la región ultravioleta de vacío, la mayoría de las investigaciones espectrofotométricas de compuestos orgánicos involucran longitudes de onda superiores a 185 nm.

La mayoría de las aplicaciones de espectroscopia de absorción en compuestos orgánicos se basan en transiciones de los electrones  $n$  y  $\pi$  al estado excitado  $\pi^*$  porque la energía requerida para estos procesos lleva las bandas de absorción hacia dentro de la región ultravioleta-visible (200 a 700 nm). Ambas transiciones  $n \rightarrow \pi^*$  y  $\pi \rightarrow \pi^*$  requieren la presencia de un grupo funcional no saturado que aporte los orbitales  $\pi$ . A las moléculas que contienen dichos grupos funcionales y son capaces de absorber la radiación UV-visible se les denomina cromóforos.

Los espectros en la región UV de hidrocarburos aromáticos se caracterizan por tres conjuntos de bandas que se originan a partir de las transiciones  $\pi \rightarrow \pi^*$ . Por ejemplo, el benceno tiene un pico de absorción potente a 184 nm ( $\epsilon_{\max} \approx 60\,000$ ); una banda más débil, denominada banda E<sub>2</sub> a 204nm ( $\epsilon_{\max} \approx 7900$ ); y un pico aún más débil, llamado

<sup>1</sup> Sergio Iván Padrón Ortega M.C. es estudiante de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Ciudad Madero, Tamaulipas. [sergiopad33@hotmail.com](mailto:sergiopad33@hotmail.com) (**autor correspondiente**)

<sup>2</sup> La Dra. Nohra Violeta Gallardo Rivas es Docente Investigadora del Posgrado en Ciencias de la Ingeniería en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Ciudad Madero, Tamaulipas [nohra.gr@cdmadero.tecnm.mx](mailto:nohra.gr@cdmadero.tecnm.mx)

<sup>3</sup> El Dr. José Luis Mendoza de la Cruz es Jefe del Laboratorio de Termodinámica en el Instituto Mexicano del Petróleo, CDMX, México [jlmendoz@imp.mx](mailto:jlmendoz@imp.mx)

<sup>4</sup> La M.C. Deneb Zamora García Rojas es estudiante de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Ciudad Madero, Tamaulipas. [zamora\\_deneb6@hotmail.com](mailto:zamora_deneb6@hotmail.com)

banda Ba 256 ( $\epsilon_{\max} \approx 200$ ).

Las tres bandas características del benceno están fuertemente afectadas por la sustitución anular; los efectos sobre las dos bandas de longitud de onda larga son de particular interés porque se pueden estudiar con el equipo espectrofotométrico común. En el cuadro 1 se ilustran los efectos de algunos sustituyentes anulares comunes (Skoog et al.).

Compuesto	Fórmula	Banda E <sub>2</sub>		Banda B	
		$\lambda_{\max}$ , nm	$\epsilon_{\max}$	$\lambda_{\max}$ , nm	$\epsilon_{\max}$
Benceno	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	204	7900	256	200
Tolueno	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	207	7000	261	300
m-Xileno	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-	-	263	300
Clorobenceno	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl	210	7600	265	240
Fenol	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	211	6200	270	1450
Ion fenolato	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sup>-</sup>	235	9400	287	2600
Anilina	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	230	8600	280	1430
Ion anilino	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	203	7500	254	160
Tiofenol	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> SH	236	10000	269	700
Naftaleno	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	286	9300	312	289
Estireno	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH=CH <sub>2</sub>	244	12000	282	450

Cuadro 1. Características de absorción de los compuestos aromáticos.

Las mediciones espectrométricas con radiación ultravioleta son útiles para detectar grupos de cromóforos como los que se proporcionan en el cuadro 2. Puesto que grandes partes hasta de las moléculas orgánicas más complejas son transparentes a la radiación por arriba de 180 nm, la aparición de uno o más picos en la región de 200 a 400 nm es un indicio claro de la presencia de grupos insaturados o de átomos como el azufre o los halógenos. A menudo, la identidad de los grupos absorbentes se puede determinar al comparar el espectro de un analito con los de moléculas simples compuestas por varios grupos de cromóforos.

Cromóforo	Solvente	$\lambda_{\max}$ , nm	$\epsilon_{\max}$	Tipo de transición
Alqueno	n-Heptano	177	13000	$\pi \rightarrow \pi^*$
Alquino	n-Heptano	178	10000	$\pi \rightarrow \pi^*$
		196	2000	-
		225	160	-
Carbonilo	n-Hexano	186	1000	$n \rightarrow \sigma^*$
		280	16	$n \rightarrow \pi^*$
	n-Hexano	180	Grande	$n \rightarrow \sigma^*$
		293	12	$n \rightarrow \pi^*$
Carboxilo	Etanol	204	41	$n \rightarrow \pi^*$
Amida	Agua	214	60	$n \rightarrow \pi^*$
Azo	Etanol	339	5	$n \rightarrow \pi^*$
Nitro	Isooctano	280	22	$n \rightarrow \pi^*$
Nitroso	Éter etílico	300	100	-
		665	20	$n \rightarrow \pi^*$
Nitrato	Dioxano	270	12	$n \rightarrow \pi^*$

Cuadro 2. Características de absorción de los compuestos aromáticos.

### Descripción del Método

#### Muestras control (curvas de calibración)

Se elabora una solución patrón de 1000 ppm pesando 0.1g de la muestra de crudo extra pesado C2-AY en una balanza analítica (OHAUS Adventurer Pro. Modelo AV264C) y aforando a 100 ml con ciclohexano de pureza 99.9%. Posteriormente se realizaron diluciones a concentraciones de 20-100 ppm (con incrementos de 10 ppm).

Se analizan de forma sucesiva y por triplicado cada una de las disoluciones en un espectrofotómetro UV-vis (GBC. Modelo Cintral 303), para obtener las diferentes señales de absorbancia vs longitud de onda.

Con los datos obtenidos y mediante el uso de Excel, se grafica la longitud de onda vs absorbancia en cada una de las concentraciones. Por cada concentración y por cada señal registrada, es necesario encontrar el pico máximo de absorbancia para realizar las curvas de calibración. Utilizando el principio de la primera derivada y con ayuda del software Origin 8.5 encontramos cada punto de absorbancia máximo.

Se obtienen señales en el rango de 200-450 nm, tomando en cuenta que las señales de porfirinas (banda Soret) aparecen a 410 nm (Mogollon et al. 1997).

### Resultados

El análisis por medio de espectroscopía UV-vis mostró tres señales correspondientes a compuestos bencénicos, nafténicos y a la banda Soret tal como se muestra en la Figura 1, podemos apreciar las señales a 236, 270 y 410 nm respectivamente para el crudo extra pesado C2-AY.

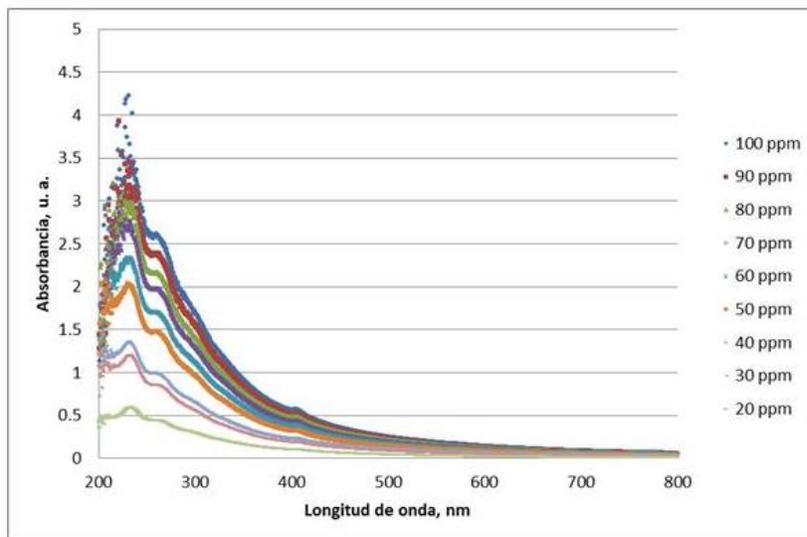


Figura 1. Espectro UV-vis del crudo C2-AY, a las concentraciones de 20 a 100 ppm.

Como se mencionó en la metodología, los picos máximos de absorbancia fueron determinados y el cuadro 3 muestra cada uno de los picos máximo para cada señal del crudo C2-AY.

Concentración (ppm)	Absorbancia máxima (nm)		
	Compuestos Bencénicos	Compuestos nafténicos	Banda Soret
100	3.50924	2.59175	0.56601
90	2.86627	2.37334	0.51862
80	2.82931	2.1538	0.4777
70	2.5871	1.96725	0.43059
60	2.21561	1.69611	0.37806
50	1.92755	1.46858	0.32708
40	1.3087	0.98814	0.22967
30	1.16083	0.85946	0.19481
20	0.53741	0.44796	0.10734

Cuadro 3. Valores de absorbancia máxima para las señales presentes en el crudo C2-AY.

En la Figura 2 se muestran las curvas de calibración para los compuestos bencénicos, nafténicos y la banda Soret, se incluyen las ecuaciones para cada curva, así como su índice de correlación lo que muestra un buen ajuste en cada una de las señales, también se establece un intervalo dinámico de 20 ppm por ser la mínima concentración a la cual se pueden efectuar mediciones cuantitativas hasta 100 ppm, que representa el límite de linealidad de estas curvas de calibración.

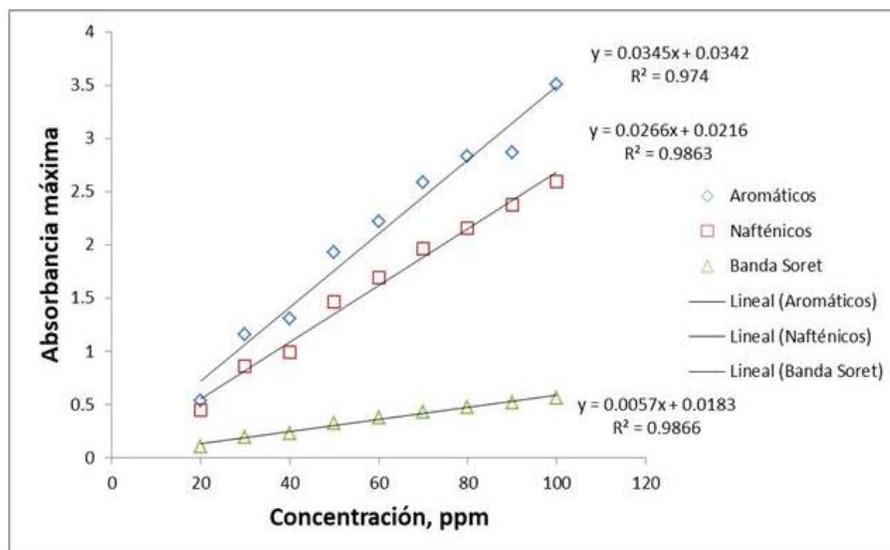


Figura 2. Curva de calibración representativa de los compuestos bencénicos, nafténicos y compuestos de la banda Soret del crudo C2-AY.

### Conclusiones

Fue posible la identificación de los cromóforos presentes en el crudo extra pesado C2-AY dando señales de compuestos bencénicos, nafténicos y de la banda Soret representando las porfirinas a bajas concentraciones (de 20 a 100 ppm). No hay mucha dispersión de los datos al realizar la curva de calibración para cada señal, por lo que es confiable realizar cuantificaciones derivadas de este análisis. No se presentan mayores dificultades en la reproducción de los análisis experimentales y teóricos.

### Agradecimientos

El M.C. Sergio Iván Padrón Ortega agradece al CONACYT por la beca otorgada para estudios de posgrado. Los autores agradecen al CONACYT por el apoyo otorgado al proyecto APN (2016)-3676. De igual modo al Centro de Investigación en Petroquímica del Instituto Tecnológico de Cd. Madero.

### Referencias

- Acevedo, S., Castillo, J., Fernández, A., Goncalves, S. & Ranaudo, M. A study of multilayer adsorption of Asphaltenes on glass Surface by Photothermal Surface Deformation in solution. *Energy & fuels*. 12: 386-390, 1998.
- Eshagh Rezaee Nezhad, Fariba Heidarizadeh, Sami Sajjadifar, and Zahra Abbasi. Dispersing of Petroleum Asphaltenes by Acidic Ionic Liquid and Determination by UV-Visible Spectroscopy. *Hindawi Publishing Corporation Journal of Petroleum Engineering*, 1-5, 2013.
- Mogollón L., Rodríguez, R., Larrota W., Ortiz, C., y Torres R. Fraccionamiento y Desmetalización biocatfítica de asfaltenos de crudo castilla. *Ciencia, Tecnología y Futuro*. Vol. 1, No.3, 110, 1997.
- Skoog, Douglas A., F. James Holler y Stanley R. Crouch. Sexta edición. *Principios de análisis instrumental*. Sexta edición.
- Wingrove, A. & Caret, R. *Química Orgánica*. Oxford University Press, 2001.

## Contribución de la infraestructura física educativa en la formación de la isla de calor urbana

Rolando Palacios Ortega Dr.<sup>1</sup>, Dr. Javier Gutiérrez Ávila<sup>2</sup>, Dr. Carmelo Castellanos Meza<sup>3</sup>,  
M.C. Marcela Martínez García<sup>4</sup> y Dr. Juan José Bedolla Solano<sup>5</sup>

**Resumen**—La isla de calor urbana (ICU) contribuye al calentamiento global de formas que pasan desapercibidas, pero que provocan cambios en el entorno local e inciden en el clima global. La infraestructura física de las Instituciones de Educación en México no es ajena al fenómeno, dado que en su construcción no incluyen criterios de aportación de los materiales a la generación de la ICU. Se analiza la infraestructura física en el Tecnológico Nacional de México campus Acapulco para determinar su contribución en la formación de la ICU. La visión es multidisciplinaria y la metodología a utilizar incluye la caracterización de los espacios educativos mediante *drones*, para producir *ortomosaicos* y su posterior procesamiento utilizando programas de cómputo. Aunque los resultados aún no son concluyentes, es posible obtener datos empíricos en el contexto local, que expliquen la formación y el comportamiento general de la ICU, aportando propuestas que contribuyan a mitigar el problema.

**Palabras clave**—Medio Ambiente, Calentamiento global, Isla de calor urbana.

### Introducción

La isla de calor urbana es un fenómeno derivado del uso de materiales para construcción, cuya absorción provoca un ciclo de retención de energía, mientras la temperatura ambiente es alta por la incidencia de la radiación solar durante la mañana, energía que posteriormente se libera manteniendo alta la temperatura ambiente por la tarde; este ciclo trae como consecuencia que existan diferencias de temperatura importantes en el entorno.

La visión tradicional de la infraestructura física educativa es que está dedicada a satisfacer las necesidades del nivel educativo para el que se construye, lo que abarca desde la educación preescolar hasta educación superior y posgrado. Esto incluye las aulas donde los estudiantes reciben clases teóricas, los talleres y laboratorios, así como áreas administrativas y deportivas, espacios comunes como auditorios y salas de juntas, pasillos, vialidades y áreas verdes, entre otros.

Todo lo anterior se construye con base en criterios que obedecen a la funcionalidad, estética, seguridad, confort, economía; sociales y hasta políticos. En general la idea es establecer un espacio adecuado y autosuficiente, aislado del exterior, tratando de evitar los impactos negativos filtrando las influencias del medio, para desarrollar sus actividades académicas y lograr los objetivos que les corresponde atender.

Sin embargo, la visión que predomina no considera el impacto de la infraestructura física educativa en su entorno en el largo plazo. Es decir, los estudios de impacto ambiental que, se exigen para la construcción de cualquier infraestructura, sea pública o privada, rural o urbana; sólo consideran los efectos de corto plazo, durante el proceso de construcción o mientras se aplican medidas, para mitigar el impacto sobre el medio ambiente.

Los materiales de construcción de la infraestructura participan en procesos exotérmicos relacionados con su reflectancia y absorción a la radiación solar, mientras que el equipamiento de confort, talleres y laboratorios generan calor por sí mismos, como parte de sus procesos internos para producir frío, calor o movimiento, entre otros. Esto, además de que en muchos de los casos las edificaciones reproducen las mismas características y sistemas constructivos de la infraestructura nacional, independientemente de la entidad donde se encuentren.

Los estudios previos realizados sobre áreas urbanas muestran que el crecimiento de la infraestructura y mobiliario urbanos modifican el entorno formando una *isla de calor*, como resultado de la baja reflectancia y alta absorción de los materiales de construcción utilizados en viviendas individuales, edificios, comercios, industrias, parques y plazas

<sup>1</sup> Rolando Palacios Ortega Dr. es Profesor Investigador en el programa de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México campus Acapulco, Guerrero. [rolando.po@acapulco.tecnm.mx](mailto:rolando.po@acapulco.tecnm.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Dr. Javier Gutiérrez Ávila es Profesor Investigador en el programa de Ingeniería Electromecánica del Tecnológico Nacional de México campus Acapulco, Guerrero. [javier.ga@acapulco.tecnm.mx](mailto:javier.ga@acapulco.tecnm.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Carmelo Castellanos Meza es Profesor Investigador en el programa de Arquitectura del Tecnológico Nacional de México campus Acapulco, Guerrero. [carmelo.cm@acapulco.tecnm.mx](mailto:carmelo.cm@acapulco.tecnm.mx)

<sup>4</sup> La M.C. Marcela Martínez García es Profesora en los programas de Ciencias Económico Administrativas del Tecnológico Nacional de México campus Acapulco, Guerrero. [marcela.mg@acapulco.tecnm.mx](mailto:marcela.mg@acapulco.tecnm.mx)

<sup>5</sup> El Dr. Juan José Bedolla Solano es Profesor en el programa de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México campus Acapulco, Guerrero. [juanjose.bs@acapulco.tecnm.mx](mailto:juanjose.bs@acapulco.tecnm.mx)

públicas, estacionamientos y vialidades, entre otros espacios urbanos.

El fenómeno de la isla de calor forma parte de un proceso *antropogénico* muy complejo que, tiene su origen durante las horas del día en las que es intensa la radiación solar, que incrementa la temperatura del aire en el entorno y transfiere calor a la infraestructura sobre el territorio. Si la absorción de los materiales que, integran las construcciones es baja, éstas retienen poco calor solar, pero si es elevada, la energía que retienen es mayor y la liberan hasta que la temperatura del aire circundante disminuye, ocasionando que la temperatura ambiente tenga niveles superiores a los del entorno cercano.

### Descripción del Método

#### *Un primer acercamiento al objeto de estudio*

Antes de hablar de los aspectos prácticos del tema, es necesario establecer el contexto en que se encuentra la institución educativa cuya construcción en un área típicamente rural, en las faldas de las montañas de El Veladero, que forman parte del anfiteatro del puerto de Acapulco y que lo delimitan al oriente; inició en 1975, en una superficie de casi 40 hectáreas en terrenos que formaban parte de una hacienda particular. Además, casi simultáneamente con la institución educativa se inició la construcción de la unidad habitacional El Coloso, que incluyó la construcción de casi 10 mil viviendas, entre espacios unifamiliares de un solo nivel y edificios de cinco niveles con varios departamentos. Vale la pena señalar que ambos procesos de construcción se realizaron a lo largo de varias décadas, e incluso en el caso del Tecnológico, continúa hasta la fecha.

Para iniciar la discusión del tema, partimos de los conceptos de Oke (1992), quien sistematizó la idea de que los procesos de urbanización afectan al entorno de diferentes maneras, hasta crear un clima urbano, característico de las concentraciones humanas. Bajo ese enfoque, el entorno original cambió hasta crear una *atmósfera urbana*, afectando los parámetros de humedad, temperatura y viento. Otro factor importante está en la nueva *biósfera urbana*, a la que se llega al desplazar, eliminar o sustituir a las diferentes especies animales y vegetales que habitaban el espacio rural, lo que incluye a la vegetación, aves, insectos, reptiles y felinos, entre otras. Además, se creó una nueva *hidrósfera urbana*, como resultado del aprovechamiento, canalización, desviación y contaminación de los diversos cuerpos de agua cercanos, entre los que se pueden contar: el río de La Sabana, la Laguna de Tres Palos y diversos arroyos y escurrimientos que fluyen desde las montañas de El Veladero y llegan al valle de La Sabana.

En cuanto a las afectaciones al suelo (*pedósfera* y *litósfera*), debido a que, como se mencionó anteriormente, las instalaciones están construidas sobre la pendiente que desciende desde las faldas de las montañas de El Veladero hasta el valle de La Sabana, se modificó el terreno conformando terrazas sobre las cuales se construyeron los edificios e instalaciones diversas que integran la infraestructura física, haciendo la observación de que la superficie actual abarca aproximadamente 20 hectáreas, que están ocupadas casi en su totalidad. Esto implica que la *geomorfología* natural del espacio físico se alteró totalmente a lo largo de varias décadas de construcción, convirtiendo el terreno en un área impermeable, con escurrimientos pluviales encauzados y canalizados fuera de los límites de la Institución.

En la figura 1 se muestra la entrada del Instituto, mientras que al fondo se ven las montañas de El Veladero, que forman la pared exterior del anfiteatro de Acapulco. En la parte posterior, a la izquierda de la imagen también se alcanzan a distinguir algunos edificios de la Unidad Habitacional Infonavit El Coloso y al centro viviendas de la Colonia del PRI.

En este punto se puede apreciar que la Institución educativa forma parte de un gran ecosistema urbano que ha alterado su entorno durante casi medio siglo, cuya característica principal es que se usa durante el día y permanece desocupado durante la noche.



Figura 1. Entrada principal del TecNM campus Acapulco

De acuerdo con Mills (2009), las aportaciones de Oke, *et al* (2006) dividen las etapas de desarrollo de la ciencia climática urbana en siete etapas: Conceptualización, Teoría, Observación, Modelado, Validación, Aplicación y Evaluación. Observando que los primeros tres hasta ese momento tuvieron avances significativos; mientras que el resto tenían menos desarrollo, específicamente permanece el reto de incorporar el conocimiento existente sobre el clima urbano dentro de la práctica del diseño y la planificación. Sin embargo, autores como Hidalgo *et al* (2008) sugieren que el uso de satélites artificiales ha resuelto en gran medida los aspectos de observación y modelado, aunque

también han planteado nuevas interrogantes respecto a la contribución de cada componente, como: azoteas, muros, caminos y vegetación, entre otros elementos; de la isla de calor urbana. Tomando en consideración que en las imágenes termográficas a gran altura es difícil discernir la contribución de cada elemento, por lo que se requiere de mucho trabajo a nivel de suelo para validar los resultados de ese tipo de observaciones.



Figura 2. Unidad Habitacional Infonavit El Coloso

En la figura 2 se observan algunos edificios de cinco niveles de la Unidad Habitacional El Coloso, que colinda al sur de las instalaciones del Tecnológico de Acapulco, actualmente cuenta con más de 10 mil viviendas y alberga una población de más de 50 mil habitantes, que en su mayoría laboran en la zona turística de Acapulco o en el centro de la ciudad, por lo que diariamente se desplazan hasta sus centros de trabajo y vuelven por la noche, representando un centro de calor urbano en la periferia de la ciudad de Acapulco, que adopta paulatinamente una estructura policéntrica (Fuentes, 2014).

Otro aspecto relevante está en visualizar la ecología urbana del objeto de estudio, dado que sus entradas están claramente definidas: agua, alimentos, energía, combustibles y aire limpio, mientras que en sus salidas se encuentran: agua degradada, residuos sólidos y aire contaminado con gases de efecto invernadero. En este punto vale la pena dedicar un poco de tiempo a la necesidad económica, mostrada a lo largo del tiempo, de construir para hacer indispensable el uso de aire acondicionado, el consumo de energía y los obligados gastos de mantenimiento que se requieren para tolerar las temperaturas que se alcanzan al interior de los edificios completamente cerrados, utilizando diseños que se aplican a todos los climas del país, desperdiciando en este caso las corrientes de aire que descienden desde las montañas de El Veladero, con las que se podrían ventilar los edificios conservando en interior una temperatura de confort sin necesidad de realizar gastos innecesarios.

La figura 3 muestra el esquema propuesto por Rizwan *et al* (2008), éste divide los factores que inciden en la formación de la isla de calor urbana y los agrupa como variables controlables y no-controlables, entre las primeras se incluyen el diseño urbano y la estructura relacionada, la visión del cielo, las áreas verdes arboladas y los materiales de Construcción. Entre las variables controlables se incluyen, además, la población relacionada, que vive o realiza -

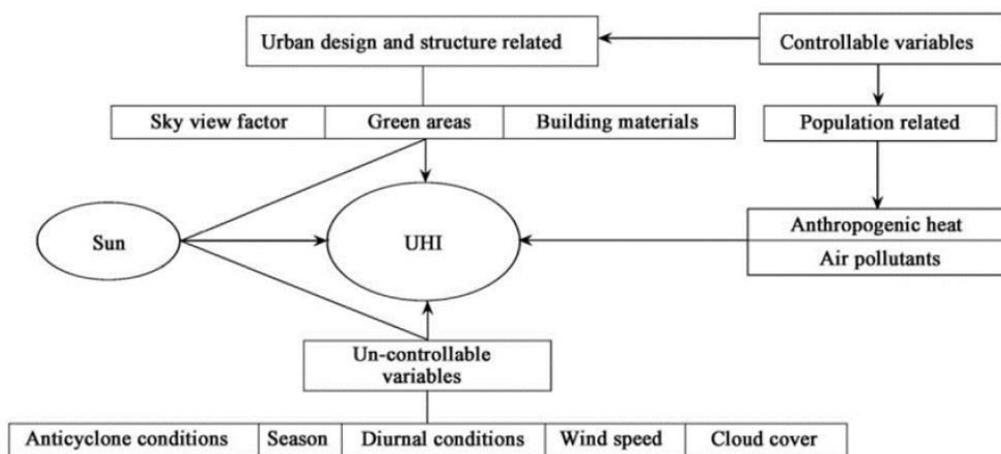


Figura 3. Factores que inciden en la formación de la isla de calor urbana (Rizwan *et al*, 2008)

sus actividades en el lugar, el calor antropogénico y los contaminantes del aire. Por otra parte, están las variables no-controlables, como el clima, la estación del año, las condiciones del día, la velocidad del viento y la cubierta de nubes sobre el sitio de estudio. El sol tiene un papel central en la formación de la isla de calor urbana, ya que las áreas verdes

arboladas pueden controlar parcialmente la incidencia de la radiación solar, pero realmente se trata de una variable no-controlable que, en las condiciones adecuadas, provoca la formación de la isla de calor urbana.

#### *Avances en el trabajo de campo*

Para realizar el trabajo de campo, es necesario identificar los espacios físicos de interés y para ello el punto de partida está en el plano del Instituto, el cual muestra la distribución de la infraestructura física ubicándose en diferentes planos a lo largo de la pendiente que lleva hasta las montañas de El Veladero.



Figura 4. Plano del Instituto Tecnológico de Acapulco

Las edificaciones de los espacios en el campus Acapulco se han construido con base en las necesidades de incremento de estudiantes y de la apertura de nuevas carreras, donde el apego a la normatividad aplicable en la materia por parte de la Dirección General ha dado como resultado la estandarización en las técnicas de construcción, los materiales y el diseño de las edificaciones sin considerar la diversidad de los medios en que se asientan, como el clima y la orografía. En consecuencia, podemos encontrar edificios con las mismas características formales y constructivas tanto en el Tecnológico de Acapulco como en el clima frío del Tecnológico de Toluca, Estado de México; Tecnológico de La Paz, en Baja California o el Tecnológico de Celaya en Guanajuato, por mencionar algunos.

Lo anterior provoca que, en el caso de las instalaciones del Tecnológico de Acapulco, debido a diseños arquitectónicos poco apropiados para las condiciones climáticas del puerto, se generen problemas en el confort e incremento en los costos de mantenimiento que demandan; donde los usuarios deben padecer los efectos de altas temperaturas, mala iluminación o en su defecto tener un incremento en el consumo de energía eléctrica derivado del uso excesivo en aire acondicionado e iluminación.

Como se mencionó anteriormente la construcción de los edificios ha sido de manera paulatina, por lo que algunos edificios escolares tienen alrededor de cuarenta años de construidos, los cuales en su momento respondieron a las necesidades educativas y ambientales, sin embargo, han cambiado con el tiempo debido a los efectos de la naturaleza, como es el caso de sismo de 1985, donde se tuvieron que reforzar las edificaciones con muros de concreto armado suprimiendo algunas ventanas que dieron como resultado espacios carentes de iluminación y ventilación natural.

Por un lado, las características propias de las edificaciones y por el otro el diseño y construcción de espacios exteriores reflejan una falta criterios ambientales, al observarse una fuerte deforestación y el abuso en el uso del concreto y asfalto en estacionamientos y espacios abiertos que como es sabido representan una fuente importante de contaminación por su proceso de producción y que por su capacidad de acumular y liberar calor incrementan la temperatura ambiente.

A la fecha, de acuerdo con el plan de crecimiento de la Institución, sólo resta por construir la unidad deportiva, que colinda con la calle Mario Pinto Soberanis, por lo que aún no se establece si habrá alguna construcción que pudiera incrementar la presencia de infraestructura con capacidad para retener calor y eventualmente, contribuir a la formación de la isla de calor.

En su primera etapa, el trabajo de campo consistió en utilizar un vehículo aéreo no-tripulado (dron) para obtener un ortomosaico fotográfico del Tecnológico, con el objetivo de centrar la atención en lo que denominamos *área de interés*, espacio que incluye a la infraestructura que se ha construido durante los últimos veinticinco años y que podríamos denominar como moderna, en el sentido de que se utilizaron técnicas y materiales de construcción que hasta la fecha son de uso común.

Por ello consideramos importante incluir la unidad académica de Sistemas y Computación (R), el Laboratorio de Cómputo (V) y su estacionamiento de concreto; la unidad académica de Ciencias de la Tierra (W) y su estacionamiento de concreto; así como las unidades académicas de Ciencias Económico-Administrativas (Y), Metalmecánica (Z) y su espacio común de concreto (Las letras corresponden a la nomenclatura en el plano de la Institución).

Para programar el vuelo del dron se utilizó una App del software *Pix4D*, descargada en un *smartphone*, el procesamiento de las imágenes para obtener el ortomosaico fotográfico se realizó en la nube con una versión del mismo software, mientras que el procesamiento para obtener la reflectancia y la absortancia se hizo con *Pix4Dmapper*, de la misma compañía. En la figura 5 se exponen los resultados del procesamiento para obtener absortancia

En la figura 6 se muestra el ortomosaico del área de interés, que se obtuvo a partir de los vuelos del dron en (a) con luz visible y en (b) la absortancia. Es en esta última imagen en la que se pueden realizar algunas observaciones a partir del análisis de sus características y partiendo de una serie de premisas: en primer lugar, los colores claros están relacionados con los materiales que absorben menos calor, como es el caso de la vegetación en general, mientras que los colores más oscuros se relacionan con los materiales que retienen el calor y, eventualmente lo liberan posteriormente, contribuyendo a la formación de la isla de calor urbana.

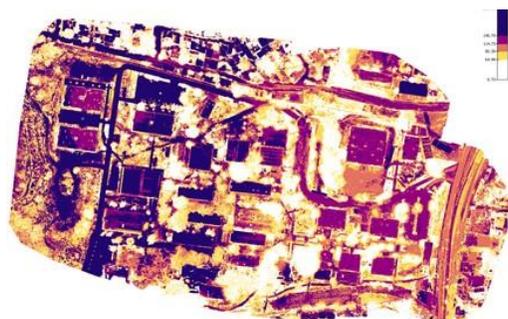


Figura 5. Ortomosaico de absortancia

Las zonas con color blanco coinciden con la presencia de árboles y vegetación, que además de no retener el calor, incrementan la humedad en su entorno (Arellano y Roca, 2018); las zonas con colores medios, revelan la presencia de tierra y materiales como arena; las losas de los edificios W, R, V, Y y Z, están recubiertas con un impermeabilizante que contribuye a incrementar la reflectancia, disminuyendo la retención de calor; mientras que el estacionamiento con grava al norte del edificio Y, los estacionamientos de concreto de los edificios W y R, así como la vialidad de concreto que comunica los edificios y el área común entre los edificios Y y Z, muestran los colores más oscuros.

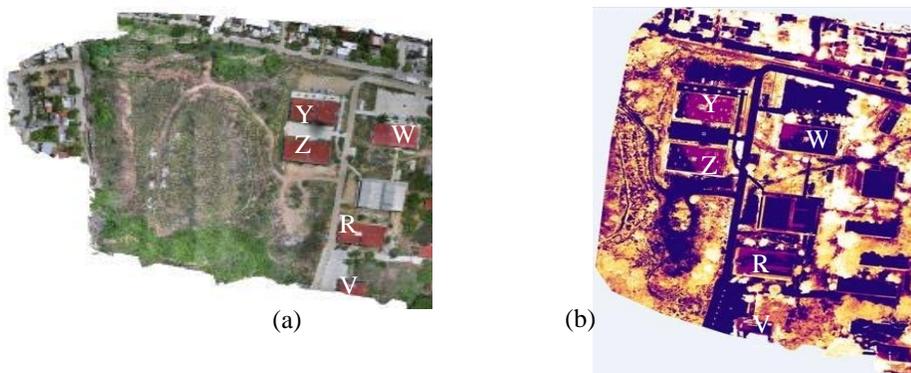


Figura 6. Ortomosaico del área de interés (a) Luz visible (b) Absortancia

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Se realizaron vuelos para obtener un ortomosaico fotográfico utilizando un dron *Phantom 3*, con los que se obtuvo un mosaico de 476 imágenes georreferenciadas, a partir de ese conjunto de imágenes se comprobó que el equipo de cómputo disponible tenía limitaciones para realizar el procesamiento requerido, por lo que éste se llevó a cabo en la nube aprovechando los recursos de *Pix4Dcloud*, obteniendo como resultado un ortomosaico en luz visible del área de

estudio. Con base en lo anterior se realizó un nuevo procesamiento para obtener la reflectancia y finalmente la absorptancia del área de estudio.

Se delimitó un área de interés que incluye la infraestructura construida durante los últimos 25 años, en ella se estableció la relación entre las características de absorptancia que se observan en el ortomosaico procesado, con la infraestructura física existente. A partir de ello, el color blanco corresponde con la presencia de árboles y vegetales en general, mientras que los colores más oscuros pertenecen a los materiales con mayor absorptancia, como el concreto y la grava.

Los resultados obtenidos en las losas de los edificios aún no son concluyentes debido a que cuentan con capas de impermeabilizante que podrían incrementar la reflectancia, por lo que es necesario realizar más observaciones e incluir mediciones directas, que permitan caracterizar el comportamiento térmico de los edificios.

### Conclusiones

Los resultados mostraron la viabilidad del uso de vehículos aéreos no-tripulados, para realizar estudios sobre el comportamiento de la infraestructura física educativa y su contribución a la formación de la isla de calor urbana. Todo esto con el soporte de software especializado que permite la programación del dron para que realice recorridos programados y tome un conjunto de fotografías georreferenciadas, que pueden procesarse posteriormente para obtener un ortomosaico tanto en luz visible, como en el espectro del rojo, lo que permite obtener la reflectancia y su inverso, la absorptancia.

Aunque no de manera exclusiva, con la información anterior y los recorridos de campo se establece la relación del uso de materiales como el concreto y la grava, con la formación de la isla de calor urbana. Además, se comprueba la necesidad de compensar los efectos de la infraestructura con áreas verdes arboladas, cuya existencia crea espacios físicos “blancos” que no retienen calor, en la imagen de absorptancia.

Vale la pena comentar que no se consideraron algunas construcciones con techos de lámina, que también aparecen en la imagen de absorptancia con colores oscuros, cuyo comportamiento térmico es diferente al de los edificios de ladrillo y concreto.

### Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar trabajando con esta investigación podrían concentrarse en las políticas de gobierno que rigen la construcción de infraestructura física para instituciones de educación superior y, eventualmente, incidir en la inclusión de propuestas que consideren el uso de diseños y materiales con menor impacto en la formación de la isla de calor urbana.

Uno de los aspectos interesantes en el estudio del diseño de los edificios está en el uso intensivo de equipos de aire acondicionado, que revela la subutilización de los recursos del aire exterior, que podría circular al interior de los edificios, eliminando o disminuyendo el empleo de equipos eléctricos cuyo impacto económico por adquisición, mantenimiento y consumo de energía eléctrica puede llegar a ser significativo; independientemente de los efectos ambientales por la generación de la energía eléctrica y del uso de gases refrigerantes.

### Referencias

Arellano, B. y Roca, J. “Áreas verdes e Isla de Calor Urbana”. En: Libro de proceedings, CTV 2018. XII Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual. “Ciudades y Territorios Inteligentes”. Mendoza, 5-7 septiembre 2018. Barcelona: CPSV, 2018, p. 417-432. Consultado por Internet el 04 de agosto de 2020. Dirección de internet: <http://docplayer.es/165221052-Palabras-clave-isla-de-calor-urbana-cambio-climatico-islas-de-frio-planeamiento-morfologia-urbana-espacio-publico.html>

Fuentes, C. “Islas de calor urbano en Tampico, México. Impacto del microclima a la calidad del hábitat. Urban heat islands in Tampico, México. Impact of microclimate on the habitat quality”. *Revista Electrónica Nova Scientia*, N° 13 Vol. 7 (1), 2014. ISSN 2007 - 0705. pp: 495 – 515. Consultada por Internet el 04 de agosto de 2020. Dirección de internet: [https://www.researchgate.net/publication/276075465-Islas\\_de\\_calor\\_urbano\\_en\\_Tampico\\_Mexico\\_Impacto\\_del\\_microclima\\_a\\_la\\_calidad\\_del\\_habitat](https://www.researchgate.net/publication/276075465-Islas_de_calor_urbano_en_Tampico_Mexico_Impacto_del_microclima_a_la_calidad_del_habitat)

Hidalgo, J. Baklanov, A. Masson, V. & Pigeon, G. 2008. Advances in Urban Climate Modeling. Trends and Directions in Climate Research. Consultado por Internet el 03 de agosto de 2020. Dirección de Internet: [https://www.researchgate.net/publication/230628581\\_Advances\\_in\\_Urban\\_Climate\\_Modeling\\_Trends\\_and\\_Directions\\_in\\_Climate\\_Research](https://www.researchgate.net/publication/230628581_Advances_in_Urban_Climate_Modeling_Trends_and_Directions_in_Climate_Research)

Mills, G. (2009). Luke Howard, Tim Oke and the study of urban climates. Consultado por Internet el 03 de agosto de 2020. Dirección de Internet: [https://www.researchgate.net/publication/239841863\\_LUKE\\_HOWARD\\_TIM\\_OKE\\_AND\\_THE\\_STUDY\\_OF\\_URBAN\\_CLIMATES](https://www.researchgate.net/publication/239841863_LUKE_HOWARD_TIM_OKE_AND_THE_STUDY_OF_URBAN_CLIMATES)

Oke, T.R. Zeuner and Jauregui E. 1992. “The surface energy balance in Mexico City. Atmospheric Environment 26B, 433-444. En: Mills, G. (2009). *Luke Howard, Tim Oke and the study of urban climates*. Consultado por Internet el 03 de agosto de 2020. Dirección de Internet: [https://www.researchgate.net/publication/239841863\\_LUKE\\_HOWARD\\_TIM\\_OKE\\_AND\\_THE\\_STUDY\\_OF\\_URBAN\\_CLIMATES](https://www.researchgate.net/publication/239841863_LUKE_HOWARD_TIM_OKE_AND_THE_STUDY_OF_URBAN_CLIMATES)

Rizwan, A. Dennis, L. & Liu, Ch. "A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island". *Journal of Environmental Sciences*, Volume 20, Issue 1, 2008, Pages 120-128. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(08\)60019-4](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(08)60019-4)

# Impacto en el proceso educativo de la tecnología móvil en una institución de educación superior durante la pandemia COVID-19

Marisela Palacios Reyes MC<sup>1</sup>, Margarita Bailón Estrada Ing<sup>2</sup>, Juan Manuel Bernal Ontiveros MC<sup>3</sup> Noé Ramón Rosales Morales MSL<sup>4</sup>, Verónica Farías Veloz MSL<sup>5</sup>, Carlos Alberto González Santillanes,<sup>6</sup>

**Resumen**— Las tecnologías de la Información y el conocimiento adquirido de estas, han traído nuevas maneras de entretenerse, comunicarse, de trabajar, de enseñar y de aprender desde hace varias décadas, pero es en este año 2020, cuando la pandemia ocasionada por el COVID-19 impacto en el mundo es cuando dichas tecnologías y plataformas educativas nos auxiliaron en el proceso de enseñanza aprendizaje. Entre las afectaciones que dicha pandemia trajo no solo al sector salud, la economía entre muchos esta la educación, la cual se vio afectada en todos los niveles. De manera inesperada los docentes y estudiantes tuvieron que hacer frente a esta situación sobre la marcha ya que no hubo oportunidad de desarrollar planes de acción y se vieron obligados a llevar el salón de clases a los hogares de manera improvisada utilizando para ello las tecnologías de software y hardware con las que se contaba y se tenía conocimiento en ese momento. Algunas de las limitaciones con las que se encontraron docentes y estudiantes fueron la falta de energía eléctrica, conexiones a internet, un lugar privado donde trabajar y lo más importante un equipo de cómputo personal. Es aquí donde el uso de los dispositivos móviles se han adaptado al panorama educativo aportando movilidad y acceso a las plataformas educativas y aplicaciones educativas tratando de suplir el uso de una computadora personal.

**Palabras claves**— Enseñanza, Aprendizaje, Tecnología Móvil, Plataformas Educativas, Aplicaciones Educativas

## Introducción

Desde hace años el uso de material bibliográfico en las asignaturas de las Universidades ya solo se utiliza como un medio de consulta de metodologías y como marco de referencia, gracias a la implementación de la tecnología, la cual ha influido en el desarrollo de herramientas tecnológicas, que ayudan a los alumnos no solo a utilizar plataformas o herramientas virtuales sino a desarrollarlas como un medio de hacer patente sus conocimientos. (Skinner, 1958), en una de sus publicaciones argumentó. “*La educación debe volverse más eficiente*”. Es por ello que se debe apoyar la implementación y desarrollo de tecnologías en los proyectos integradores con el fin de lograr soluciones que sirvan como un complemento en el proceso de la enseñanza. Por otro lado, el uso de la tecnología debe ser invisible, es decir debe estar embebida en objetos de uso cotidiano, presente cuando se necesite y adaptable a usuarios y contextos, esto propone un cambio desde el uso de las computadoras de escritorio a la utilización de diferentes dispositivos con el fin de servir a los usuarios (Nava et al., 2009).

En la actualidad el uso de dispositivos móviles de diferentes marcas, modelos y diferentes características y su popularidad con los estudiantes universitarios aunado a los conocimientos en avances tecnológicos en las áreas de redes, telecomunicaciones y desarrollo de aplicaciones, nos ayudan a implementarlos como herramientas que puede utilizarse para dar solución a problemas o situaciones de la vida diaria.

<sup>1</sup> Marisela Palacios Reyes es Profesora de la carrera de Ingeniería en Sistemas en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [marisela\\_debora@hotmail.com](mailto:marisela_debora@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Margarita Bailón Estrada es Profesora de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [mbailon@itcj.edu.mx](mailto:mbailon@itcj.edu.mx)

<sup>3</sup> Juan Manuel Bernal Ontiveros es Profesor de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [jbernal@itcj.edu.mx](mailto:jbernal@itcj.edu.mx)

<sup>4</sup> Noé Ramón Rosales Morales Profesor de la carrera de Tecnologías de la Información y Comunicación e Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [nrosales@itcj.edu.mx](mailto:nrosales@itcj.edu.mx).

<sup>5</sup> Verónica Farías Veloz Profesora de la carrera de Tecnologías de la Información y Comunicación e Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [vfarias@itcj.edu.mx](mailto:vfarias@itcj.edu.mx)

<sup>6</sup> Carlos Alberto Gonzales Santillanes Alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [ricardovillasr.herrera@gmail.com](mailto:ricardovillasr.herrera@gmail.com)

Los proyectos de clase tienen la función de evaluar y orientar a los alumnos en la adquisición de las competencias profesionales según la especialidad, estos proyectos tienen como objetivo específico que los estudiantes aplique las actitudes, habilidades y conocimientos adquiridos en las asignaturas de la especialidad. (Comunicación, 2013).

Actualmente para millones de jóvenes en el mundo, el confinamiento por el COVID-19 y continuar con su educación ha sido difícil por las siguientes razones el internet se va constantemente, el acceso a las plataformas en horarios específicos, es imposible por lo cual es difícil el aprendizaje y dar seguimiento a algunas de las clases y prácticas, por familia solo se tiene una computadora portátil y existen varios jóvenes o niños queriendo acceder a sus clases en el mismo horario, el estrés y el cansancio frente a la computadora o al celular ha aumentado, la misma rutina de estar sentado y conectado varias horas aunado al confinamiento es una dificultad ya que según UNICEF en un estudio realizado a 8,444 jóvenes de 13 a 29 años en 9 países, en el mes de septiembre el 27% sentía ansiedad y el 15 % depresión (Unicef, 2020) .

La definición que propone la UNESCO (2001) de alfabetización digital es el conjunto de destrezas, conocimientos y actitudes que necesita una persona para poder desenvolverse funcionalmente dentro de la Sociedad de la Información. Por lo tanto, es sumamente necesario incluir en los programas formativos de las escuelas, institutos y universidades contenidos que permitan una verdadera alfabetización digital. Según esta perspectiva alfabetizadora, se observa la adquisición de habilidades que permita a las personas desenvolverse en los nuevos escenarios con una actitud reflexiva y crítica, acercarse a la convergencia tecnológica, a la tecnología móvil en un entorno virtual cambiante.

Según la sociedad de la información en España el dispositivo móvil se ha convertido en algo esencial para gran parte de la población, hasta el punto de que en el caso de los países más desarrollados su uso principal, la voz, está siendo desplazada por el uso de aplicaciones.

### Marco Teórico

Las universidades innovan de manera continua para mejorar los procesos educativos con el fin de proporcionar a los estudiantes una educación de calidad y una formación integral. Además de que buscan abatir la deserción, la reprobación e incrementar la eficiencia terminal (García Lopez, *et al.*, 2012).

Una de las innovaciones es la implementación y aplicación de las tecnologías en los procesos educativos, debido al auge en el uso y número de usuarios registrados en las redes sociales, es de suma importancia para los docentes y tutores implementar aquellas herramientas que tienen más aceptación por parte de los alumnos con el fin de tener un acercamiento con el alumno. (Calvo Peña, 2010).

Las tecnologías móviles son herramientas que ayudan generando nuevos recursos en el ámbito educativo y lo mejor de todo es que ofrecen movilidad y por ende la posibilidad de poder ser utilizados fuera del aula con o sin acompañamiento de los docentes de manera física o virtual y poder desarrollar diferentes temáticas como cálculo, biología y hasta materias propias de la ingeniería.

Un dispositivo móvil se puede definir como un aparato de pequeño tamaño, con algunas capacidades de procesamiento, con conexión permanente o intermitente a una red, con memoria limitada, que ha sido diseñado específicamente para una función, pero que puede llevar a cabo otras funciones más generales. De acuerdo con esta definición existen multitud de dispositivos móviles, desde los reproductores de audio portátiles hasta los navegadores GPS, pasando por los teléfonos móviles, los PDAs o los Tablet PCs. (GÓMEZ, 2017).

Los teléfonos inteligentes son dispositivos electrónicos que funcionan como los teléfonos móviles pero con características similares a las de un ordenador personal que permite hacer llamadas y enviar mensajes de texto pero además incluye características cercanas a las de una computadora personal. Una de las características más importante de casi todos los teléfonos inteligentes es que permiten la instalación de programas para incrementar el procesamiento de datos y la conectividad.

El término ML o Móvil Learning surge como una metodología de enseñanza y aprendizaje en la cual se implementan dispositivos móviles, como los teléfonos, agendas electrónicas, tabletas, computadoras portátiles y todo dispositivo de mano que tenga alguna forma de conectividad inalámbrica. Entre sus ventajas radican la flexibilidad espaciotemporal, su versatilidad, la facilidad de comunicación y sobre todo, su motivación intrínseca en los estudiantes, acostumbrados a este tipo de tecnología para sus relaciones y su comunicación cotidiana. (Gil, 2011)

La portabilidad, inmediatez, conectividad, ubicuidad y adaptabilidad son características que facilitan la implementación de la tecnología móvil y, con ellas, las oportunidades y necesidades para poner en marcha acciones para el desarrollo de competencias en la educación.

Las aplicaciones móviles, refuerzan las características antes mencionadas y se han convertido en los últimos años en uno de los principales usos del Internet móvil, según (Castells, 2001) Las funciones y potencialidades tecnológicas de las *aplicaciones* pueden abrir la puerta al impulso de nuevos modelos pedagógicos.

Estas aplicaciones pueden ser desarrolladas por el fabricante del dispositivo, por el operador o por un tercero. Entre otras características comunes está la función multitarea, el acceso a Internet, a los programas de agenda, a una cámara digital integrada, administración de contactos, y algunos programas de navegación así como poder trabajar con documentos en diferentes formatos. Además de contar con sistema operativo OS.

### Objetivo General

El objetivo primordial es poder conocer la apreciación que tienen los docentes y estudiantes del uso de los dispositivos móviles y el acceso a las aplicaciones y plataformas utilizadas en este periodo escolar donde se tienen que tomar clases a distancia debido a la pandemia por Covid-19, además de dar a conocer cuáles son las utilizadas y las ventajas o desventajas de la movilidad al estar implementado en un teléfono celular y conocer el nivel de aceptación,

### Materiales y Métodos

La metodología utilizada es de tipo cualitativa y cuantitativa, para lograr describir la apreciación y aceptación de la tecnología móvil entre los estudiantes del ITCJ cuando no se cuenta con una computadora personal El número de estudiantes encuestados fue de 35, la muestra se encuentra conformada por hombres y mujeres que perteneces a dos especialidades Redes y Software y cuyas edades oscilan entre los 21 a los 28 años.

Una vez recolectados los datos se capturaron en un software para el manejo de información que cuenta con hojas e calculo y la información se muestra y describe a continuación.

El género de los estudiantes encuestados es el siguiente 24 pertenecen al género masculino y 11 al femenino.

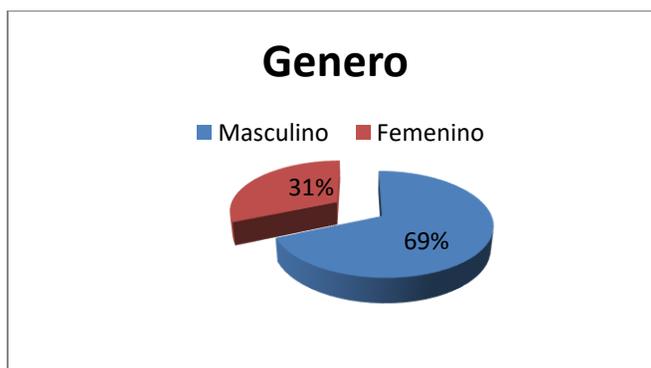


Figura1. Estudiantes encuestados.

También se pudo conocer que de los 24 estudiantes encuestados el 96% cuenta con un dispositivo móvil en este caso teléfono celular y solo el 4% no cuenta con uno lo cual se muestra en la Figura2



Figura 2. Estudiantes con dispositivo móvil.

Se puede ver en la Figura 3 que de los alumnos que cuentan con un dispositivo móvil, solo el 34% no presento dificultades al tomar la clase desde el dispositivo móvil, mientras el 66% si las presento

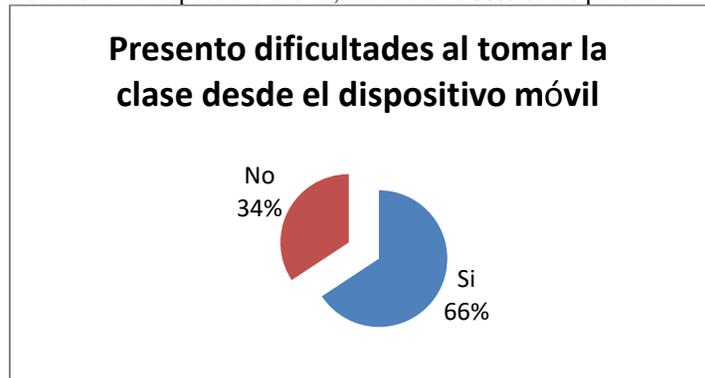


Figura 4. Dificultades en clase.

En cuanto a las dificultades que presentaron mencionaron las siguientes: Fallo en la conexión a internet, Problemas con la aplicación que se utiliza en este caso Google Meet., Problemas con la cámara del dispositivo móvil, Problemas con el audio, Dificultad para ver con claridad la practica realizada.

Entre las aplicaciones y plataformas más comunes que utilizan en su dispositivo móvil para tomar la clase mencionaron lo siguientes: Whats app,



Figura 5 Whats App



Figura 6 Zoom

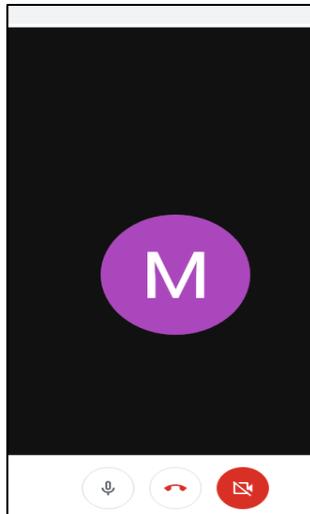


Figura 7 Google Meet



Figura 8 Google Traductor

### Conclusiones y Recomendaciones

El uso de los dispositivos móviles en la vida diaria lo ha convertido en un elemento donde convergen la tecnología, el uso de aplicaciones y acceso a plataformas enfocadas a enseñanza y aprendizaje, que permiten a estudiantes y docentes, tener acceso a material de clases y poder dar un seguimiento de manera física o virtual a la adquisición de conocimiento. Al convertirse los teléfonos inteligentes en una extensión de los individuos, este nos permite incorporarlo de manera automática en el proceso de aprendizaje, además de que el uso de aplicaciones como WhatsApp, Skype, Zoom, Webex Meeting, Photomap, Google Traductor antes de la pandemia, facilito de gran manera el poder tecnolozar el salón de clases, lo cual se llevó a cabo por parte de los docentes por la emergencia de esta contingencia llamada pandemia o Covid-19 de continuar con el proceso de enseñanza aprendizaje en dichas circunstancias.

Aunque fue una manera de sacar adelante los ciclos escolares en realidad los estudiantes y docentes se encuentran con muchas limitaciones de software y hardware y muchas carencias como el tener una conexión estable de internet, una computadora personal o un lugar en sus hogares idóneos para poder impartir o tomar la clase.

Algunas de las aplicaciones antes mencionadas han mejorado por mucho sus interfaces así como su rendimiento y funciones que se han agregado con el objetivo de facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje, pero aun así, la falta de infraestructura, planeaciones y estrategias didácticas diseñadas para la educación virtual necesitan ir mejorando.

### Referencias

- Acosta Lopez, A., Manzano Gonzalez, D., & Martinez Morales, C. (2013). Design and implementation of a prototype for registration and verification of fixed assets using technology NFC and android platform. *Redes de Ingenieria*, 26-33.
- Calvo Peña, B. (2010). Un acercamiento a la "educación participativa": la incorporación de las redes sociales en el aula. *Publiteca*, 15.
- Castells, M. (2001). *La Era de la Informacion. Vol. II*. Mexico: Siglo XX Editores.
- Codina, I. (2006). *Análisis y Métodos en Ciencias de la Comunicación*. Recuperado el 19 de Octubre de 2008, de <http://www.lluiscodina.com/metodos/procedimientos2006.doc>
- Comunicación, D. d. (Agosto de 2013). *Guia para el proyecto integrador*. Obtenido de <http://www.docstoc.com/docs/113501933/Tarea-Integradora-2-TSU-RyT>
- Duggleby, J. (2002). *El tutor online, la enseñanza atraves de internet*. España: casa del libro.
- Flores Vivar, J. M. (2009). Nuevos modelos de omunicación perfiles y tendencias en las redes sociales. *DOSSIER*, 73-81.
- Garcia Lopez, R. I., Cuevas Salazar, O., Vales Garcia, J. J., & Cruz Medina, I. R. (2012). Impacto de la tutoría presencial y virtual en el desempeño académico de alumnos universitarios. *Revista Iberoamericana de educación*, 1-11.
- Gil, F. B. (2011). *Mobile learning. Los dispositivos móviles como recurso educativo*. Madrid: José Quintanal Díaz (UNED).
- GÓMEZ, C. V. (2017). EDUCOMUNICACIÓN PARA EL APPRENDIZAJE: ANÁLISIS DE COMPETENCIAS MEDIÁTICAS Y RELACIONALES EN LAS APLICACIONES MÓVILES. *Programa de Doctorado en Comunicación y Educación en Entornos Digitales*. UNED.
- González, E. L. (5 de junio de 2003). *anui.es.mx*. Recuperado el 20 de Enero de 2009, de ([http://www.anui.es.mx/e\\_proyectos/pdf/04\\_Las\\_reformas\\_en\\_la\\_Educacion\\_Superior\\_en\\_Mexico.pdf](http://www.anui.es.mx/e_proyectos/pdf/04_Las_reformas_en_la_Educacion_Superior_en_Mexico.pdf)).
- Grabowski, B. L. (1996). *Generative Learning: Past, present & future*. New York: D.H. Jonassen Editorial.

- K. L., M., & S., J. (2002). *Situated Computing : The Next Frontier for HCI Research en Human -Computer Interaction in the Ner Millenium. Addison Wesley:ACM Press.*
- Marqués, G. P. (8 de Enero de 2005). *Los espacios web multimedia: tipología, funciones, criterios de calidad [en línea].* Obtenido de <http://observatorio.cnice.mec.es/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=334>
- Notimex-El Universal. (2 de Mayo de 2012). *Facebook supera los 900 millones de usuarios.* Recuperado el 28 de junio de 2012, de <http://www.eluniversal.com.mx/articulos/70485.html#1>
- Ok, K., Aydin, M. N., Coskun, V., & Ozdenizci, B. (2010). Exploring underlying values of NFC applications. *Proceedings of the International Conference on Management Technology and Applications (ICTMA 2010) Singapur, Singapur*, 10-12.
- Skinner, B. F. (1958). Teaching Machines. *SCIENCE*, 969-977.
- Unicef. (28 de Octubre de 2020). Obtenido de El impacto del COVID-19 en la salud mental de adolescentes y jóvenes: <https://www.unicef.org/lac/el-impacto-del-covid-19-en-la-salud-mental-de-adolescentes-y-j%C3%B3venes>
- UPN. (2002). *LICENCIATURA EN INTERVENCIÓN EDUCATIVA 2002.* Documento normativo.
- VV.AA., PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. (2009). *Guia de los fundamentos para la administracion de proyectos (Guia PMBok) .* ESPANA: Project Management Institute.

# ADMINISTRACIÓN EN UNIDADES DE SALUD: UNA PROPUESTA DE EVALUACIÓN FINANCIERA

Dr. Martín P. Pantoja Aguilar<sup>1</sup>, Mtra. Berenice Lerma Torres<sup>2</sup>

**Resumen**—La administración financiera de hospitales públicos es un tema con grandes horizontes por investigar, el presente artículo explora la posibilidad de realizar la evaluación financiera partiendo del análisis de los estados financieros y la interpretación de razones financieras mediante la propuesta de clasificación de *factores* internos y externos concebida por Oner et al. (2016) y combinada con las propuestas de *grupos* elaboradas por Cleverley y Cameron (2003), Gapenski (2007), Mclean (2003); Nowicki (2004) y Zelman et al. (2003) donde establecen los grupos principales de razones financieras de rentabilidad, liquidez, estructura de capital o apalancamiento, actividad, costos, ingresos y utilización. Tomando en cuenta la necesidad de adaptación de dichas propuestas a las necesidades específicas de los entes públicos dedicados al otorgamiento de servicios de salud.

**Palabras clave**—administración financiera, unidades médicas, evaluación.

## Introducción

En su publicación Bienestar, salud pública y cambio social, Briceño-León (2000) afirma: “La salud es una síntesis; es la síntesis de una multiplicidad de procesos, de lo que acontece con la biología del cuerpo, con el ambiente que nos rodea, con las relaciones sociales, con la política y la economía internacional” (p.15). La salud no es un tema aislado, forma parte de un todo que conforma al ser humano. Por ello la salud es un tema de suma importancia para analizar, evaluar y trabajar en beneficio del gran impacto social que tiene en la humanidad. Inclusive de acuerdo con el artículo 4° de la Constitución Mexicana, la protección de la salud es un derecho de todos los mexicanos (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 1992). Los servicios de salud se constituyen como un derecho fundamental que tiene que ser atendido en todas las variables que implica, no sólo se trata del control y curación de enfermedades sino también de la adecuada financiación y administración de los recursos destinados a los mismos. Por ello, es fundamental analizar la situación financiera de las unidades médicas como parte integral de una estrategia asistencial, social y financiera para el sector salud. La evaluación financiera en unidades médicas, ya sea del sector público o privado, ofrece un alto reto investigativo debido a que no existe un consenso entre autores, ni tampoco propuestas amplia, para llevar a cabo la evaluación financiera bajo una metodología probada y efectiva para la correcta toma de decisiones gerenciales.

## Desarrollo

*Elementos o etapas de la administración y las finanzas como parte integral de la misma*

El concepto de administración se refiere a un proceso que puede tener diferentes enfoques según el campo al cual se haga referencia. Al hablar de las organizaciones Robbins y Coulter (2005) definen la administración como “la coordinación de las actividades de trabajo de modo que se realicen de manera eficiente y eficaz con otras personas y a través de ellas” (p. 7), dejando en claro que es un proceso que se realiza para optimizar las actividades en el trabajo mediante la participación de las personas involucradas. Cabe señalar que dichas actividades están encaminadas al logro de los objetivos previstos por las organizaciones a través de lo que desde 1916 Henri Fayol únicamente identificó como elementos de la administración (previsión, organización, dirección, coordinación y control) y que posteriormente los diversos autores han clasificado como el proceso administrativo mediante etapas denominadas planeación, organización, dirección y control. Por ello, hasta hoy en día queda el debate vigente entre los pensadores teóricos descriptivos que solamente consideran la administración en elementos u operaciones que la describen y los pensadores técnicos descriptivos que consideran la administración como un proceso de etapas en serie (Arias, 2000).

Independientemente de la corriente de pensamiento en que se ubique, la administración se puede clasificar en dos ámbitos: la administración pública y la administración privada. De La Encarnación (2009) menciona que “la administración pública es un elemento del Estado. Está formada por un conjunto de organismos que actúan bajo las órdenes del poder ejecutivo, estos organismos son los encargados de dictar y aplicar las disposiciones necesarias para que se cumplan las leyes, fomentar los intereses públicos y resolver las reclamaciones de los ciudadanos” (p.1), lo que permite explicar que la administración pública estará sujeta a las exigencias políticas que se tengan que resolver.

<sup>1</sup> El Dr. Martín P. Pantoja Aguilar es Profesor Investigador del Departamento de Gestión y Dirección de Empresas de la División de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guanajuato [pantojam@ugto.mx](mailto:pantojam@ugto.mx)

<sup>2</sup> La Mtra. Berenice Lerma Torres es estudiante de la Maestría en Administración de la Universidad de Guanajuato [b.lermatorres@ugto.mx](mailto:b.lermatorres@ugto.mx) (autor corresponsal)

Fernández (1973) define la administración privada como un sistema que tiene como objetivo dirigir y coordinar las actividades de grupos de personas con otros sistemas más grandes, encaminado hacia objetivos comunes que desarrollen riquezas garantizando el agrado de las necesidades de las personas y la adquisición de beneficios para la organización e indirectamente para la comunidad completa.

La principal diferencia entre ambos tipos de organizaciones es que la administración pública se enfoca a cubrir las necesidades del interés general de los ciudadanos sin ningún fin de lucro, mientras que la administración privada busca un beneficio económico para sus dueños, así como permanecer y crecer dentro de su mercado. En la administración pública incluso existe la aplicación de aspectos coercitivos y la determinación de objetivos es mucho más confusa, ambigua y plural que en el sector privado. Aun cuando existen tales diferencias en los objetivos entre las organizaciones públicas y privadas, es evidente que en ambas se requiere de los elementos o etapas que incluyan la planeación, la organización, la dirección y el control para el logro de sus metas. Con las circunstancias actuales de un escenario con restricción económica y de crisis sobre la credibilidad de la capacidad de los entes públicos, se desprende lo importante que resulta sobre todo en este tipo de organización, realizar una correcta administración financiera de sus limitados recursos económicos con los que cuenta para lograr optimizarlos y obtener así el mayor beneficio posible.

Los recursos económicos en ambos tipos de organizaciones resultan de vital importancia pues de ellos y su buena administración depende la subsistencia y desarrollo de dichas organizaciones. Para entender el concepto de administración financiera, es preciso definir también el concepto de finanzas y al respecto Aldao et al. (2015) mencionan que las finanzas “es la rama de la economía que estudia los movimientos de los recursos financieros entre las personas, las empresas o el Estado” (p. 41).

Perdomo (2002) menciona que la administración financiera es “una fase de la administración general, que tiene por objeto maximizar el patrimonio de una empresa a largo plazo, mediante la obtención de recursos financieros por aportaciones de capital u obtención de créditos, su correcto manejo y aplicación, así como la coordinación eficiente del capital de trabajo, inversiones y resultados, mediante la presentación e interpretación para tomar decisiones acertadas” (p. 31). En el mismo sentido Ortega (2008) la define como “aquella disciplina que, mediante el auxilio de otras, tales como la contabilidad, el derecho y la economía, trata de optimizar el manejo de los recursos humanos y materiales de la empresa, de tal suerte que sin comprometer su libre administración y desarrollo futuros, obtenga un beneficio máximo y equilibrado para los dueños o socios, los trabajadores y la sociedad” (p. 7). Se puede sintetizar que la administración financiera es un trabajo organizado y armonizado que busca la maximización de los recursos económicos, o su uso, a través de un buen manejo de los mismos para lograr los objetivos y metas de la organización, generando información que permita tomar las mejores decisiones de las partes interesadas.

#### *Administración hospitalaria y el perfil del administrador de las unidades de salud*

Para PricewaterhouseCoopers (PwC, 2012) la administración pública debe aspirar a lo mejor posible dado que el sector público responde a las necesidades básicas de los ciudadanos. Estas necesidades se adaptan y mutan a través del tiempo con una dinámica de cambio que obedece a aspectos multifactoriales y complejos resultado de la dinámica social. Por lo tanto, la administración tiene un papel clave en la interpretación y satisfacción de dicha dinámica.

La administración hospitalaria pública, y en general la gestión de las unidades de salud, necesitan de profesionales con conocimientos administrativos, formación gerencial, habilidades para solucionar problemas y competencias para la investigación y aprendizaje continuo capaz de gestionar cualquier tema administrativo usando el mayor número de variables de respuesta. Giraldo et al. (2006) advierten que los administradores en salud tienen un papel trascendente en el análisis y desarrollo de escenarios de acción en el ejercicio de la salud pública. Estos administradores deberían contar con competencias para el desarrollo de dicha actividad que incluyen, entre otras, la capacidad técnica, estratégica, conocimiento pedagógico, agilidad mental para analizar y decidir, claridad para concretar ideas, pensamiento sistémico, asertividad y accesibilidad, eficiencia y efectividad política.

Para la investigación planteada en este artículo, la concepción del administrador de la unidad de salud es fundamental ya que, en las unidades médicas pertenecientes al servicio público se debe operar a partir de las directrices marcadas desde los puestos directivos más altos, y se espera una total alineación a los planes y programas que se desprenden de la planeación a mediano y largo plazo para el desarrollo del estado.

La administración en salud, de acuerdo con Morales (2013), también se le conoce como gerencia en salud, gestión sanitaria, gestión clínica, administración de empresas de salud, administración de servicios de salud y gerencia de servicios de salud. Sin embargo, de manera más concreta, Cedeño et al. (2018) señalan que se trata de la ciencia social y técnica relacionada con la planificación, organización, dirección y control de las empresas públicas y privadas del sector salud, a través del adecuado uso y optimización de los recursos financieros, tecnológicos y humanos.

Considerando lo anterior se puede definir la administración de la salud como la ciencia y el arte de aplicar los principios, o elementos, administrativos en función de la seguridad del paciente, con vocación de servicio, y sin perder de vista la resolución de problemas generados por el factor humano, pero con base a las directrices marcadas en la planeación estratégica que permitan proyectar la institución hacia la sustentabilidad.

Adaptando para esta investigación lo que señala Casermeiro et al. (2018) la administración pública presta servicios con base a políticas generales, pero en concreto el servicio público de la salud se debe adaptar a las necesidades particulares considerando un principio de atención médica: existen enfermos y no enfermedades, dado que existe la tentación de generalizar el servicio sin considerar particularidades

Los conocimientos y el desarrollo de la ciencia administrativa y médica han ampliado los horizontes de los esfuerzos en materia de salud pública; sin embargo, se percibe que uno de los principales obstáculos que enfrentan las organizaciones del sector salud es la ausencia o insuficiente aplicación de métodos, procesos y procedimiento, que se traduce en falta de protocolos o criterios que faciliten el logro de los objetivos señalados por Haro-Alvarado et al. (2018).

#### *El concepto y la teoría en la evaluación financiera*

Los conocimientos y el desarrollo de la ciencia administrativa y médica han ampliado los horizontes de los esfuerzos en materia de salud pública; sin embargo, se percibe que uno de los principales obstáculos que enfrentan las organizaciones del sector salud es la ausencia o insuficiente aplicación de métodos, procesos y procedimientos, que se traduce en falta de protocolos o criterios que faciliten el logro de los objetivos señalados por Haro-Alvarado et al. (2018). Para la evaluación financiera de una organización se cuenta con diferentes métodos, herramientas y técnicas de análisis. Entre los métodos que utilizan la información que se desprende de los estados financieros, Bernstein (1983) menciona un resumen de métodos a utilizar según el fin para el cual se aplique, entre ellos: Estados financieros comparativos, series de tendencias mediante números índices, estados financieros porcentuales con base cien, análisis de razones, cocientes o proporciones entre distintas magnitudes económico-financieras, análisis especiales como previsiones de tesorería, análisis e origen y aplicación de fondos y análisis de punto de equilibrio.

Por su parte Ochoa (1996) da a los métodos y técnicas de análisis la siguiente clasificación: Estados financieros comparativos mediante aumento y disminución en términos monetarios, en porcentajes y expresadas en forma de razón; estados comparativos de una serie de ejercicios, tendencia con base en porcentajes seleccionando un año o periodo base; y estados financieros en base común, método también conocido como de porcentajes integrales, o análisis de razones (ratios).

Ambas clasificaciones cuentan con los mismos métodos, sólo que tienen una división temática distinta y Bernstein (1983) incluye los análisis especiales que en la actualidad han cobrado importancia como complemento al análisis de cada circunstancia. Es así como el análisis de los estados financieros se interesa por examinar alguno o varios puntos importantes de la situación económica y financiera de la empresa teniendo en cuenta, tanto implícita como explícitamente, el flujo de valores que corresponden a la actividad realizada, sin perder de vista que se analiza la gestión y los resultados de un ente en actividad constante (Azofra, 1995).

Derivado de los anterior, se puede resumir que existen variadas herramientas que analizan los datos de los estados financieros mediante la importancia comparativa de las cifras presentadas para valorar la posición de la empresa. Podemos sintetizarlas en tres categorías de uso común que contienen diferentes mecanismos comparativos y porcentuales en cada una de ellas: el análisis vertical, el análisis horizontal y análisis mediante razones. De los métodos presentados, las razones financieras son de especial interés para el estudio propuesto.

Para Puerta et al. (2018) la tarea de evaluar el desempeño financiero de una organización se ha enfocado principalmente en un análisis minucioso de la posición financiera a través de índices obtenidos de la relación entre partidas de los diferentes estados financieros. Los datos financieros fueron estructurados para poder valorar aspectos concretos que muestren los resultados operacionales de una organización y esclarezcan su panorama financiero, ello con el objetivo de ser efectivos en la toma de decisiones. Sin embargo, no existe algún órgano que especifique fórmulas exactas para computar razones o proporcionar una lista base o completa de ratios de manera genérica. Quizá no debe haberla. En su lugar, se cuenta para ello con un conjunto de prácticas y enfoques aceptados y con nombres de ratios que incluso varían de un autor a otro. Al respecto García-Ayuso y Jiménez (1996) comentan que poco se ha progresado en el desarrollo de una teoría general del análisis financiero, ya que en la actualidad es complicado identificar un marco general que dirija la investigación propia de esta área. Oner et al. (2016) también comentan que a pesar del crecimiento que se ha dado en el enfoque del desempeño financiero, hay una falta de atención en la evaluación, el análisis y la síntesis sistemáticos de los hallazgos de la literatura existente.

### *La evaluación financiera en unidades de salud: una propuesta de clasificación derivada*

La evaluación del desempeño financiero de las unidades médicas representa un gran desafío, ya que los analistas deben determinar qué medidas utilizar, y para ello se debe comprender ampliamente el concepto de desempeño financiero y cómo las medidas seleccionadas podrían medir dicho desempeño (Burkhardt y Wheeler, 2013). Incluso, en la mayoría de las ocasiones, es necesario crear una propuesta específica que responda a las necesidades de información y análisis propias de la organización en cuestión, resaltando el papel principal de la gestión de los recursos financieros en dicha evaluación. Amit y Schoemaker (1993) definen el término de recursos, en un sentido estricto, como los *stocks* de factores que están disponibles y que tiene y controla la empresa. Por otro lado, Navas y Guerras (2002) definen los recursos como el conjunto de factores o activos con los que cuenta una empresa para llevar a cabo su estrategia. Por lo tanto, podemos derivar que la evaluación financiera de unidades médicas sí permite presentar un panorama del uso de recursos financieros, así como si están siendo utilizados según la estrategia para la cual fueron otorgados, considerando que dichos recursos pueden ser obtenidos por distintos medios, inversionistas, deuda o gobierno.

Las razones financieras se han utilizado durante mucho tiempo en el análisis de estados financieros. Las razones son medidas simples del desempeño financiero que se calculan utilizando datos de estados financieros publicados. Su popularidad se debe a su facilidad en la medición que expresa relaciones válidas y muy importantes entre los datos económicos de las empresas involucradas. El análisis de razones financieras es un enfoque aceptado para la evaluación del desempeño hospitalario (Zeller et al., 1996). Curtis y Roupas (2009) mencionan que los índices se utilizan para puntualizar aspectos específicos del desempeño financiero y especialmente para estimar la liquidez, evaluar la rentabilidad, realizar análisis de la competencia y pronosticar la quiebra corporativa. En su estudio hacen un recuento de diferentes estudios, realizados en Estados Unidos, lugar donde inicialmente se utilizaron las razones financieras como medio de análisis. Hacen mención al estudio que en 1985, Cleverley y Rohleder realizaron, examinando los aspectos financieros de 29 índices basados en datos recopilados por la Asociación de Administración Financiera de la Atención Médica para el período 1978-1980. Ellos llegaron a la conclusión de que todos estos índices se refieren a diez dimensiones del desempeño financiero relacionados tanto con el largo plazo, como con el corto plazo.

Dado que no existe un consenso internacional en análisis financiero de unidades de médicas, es necesario hacer un análisis de las distintas opciones que han sido aplicadas en estudios de caso y contar con ello con un marco de referencia que permita llegar a una propuesta derivada para las unidades de salud de una zona específica. Entre las experiencias conocidas, Oner et al. (2016) realizaron un estudio en el que identificaron principalmente 6 categorías de factores internos y externos asociados al desempeño financiero de los hospitales: factores estructurales, factores operativos, factores ambientales o de mercado, factores estratégicos, factores relacionados con el personal, y otros factores. Los *factores estructurales* incluyen medidas relacionadas con una estructura física o categorías de propiedad como el tamaño, el nivel de enseñanza, la propiedad y la pertenencia al sistema. Los *factores operativos* se relacionan con las operaciones diarias de los hospitales tales como la duración promedio de la estadía, la tasa de ocupación, las admisiones por cama, la combinación de casos, el total de altas y las formas de pago. Los *factores ambientales (o de mercado)* son relevantes para el sector atendido donde se encuentra un hospital, en particular tales factores como diversas regulaciones que afectan el mercado, la tasa de desempleo, el valor medio de la vivienda, la penetración de la atención administrada, la competencia, el índice salarial, la proporción de médicos per cápita y la proporción de la población mayores de 65 años. Los *factores estratégicos* se refieren a medidas o eventos que ocurren como resultado de procesos de toma de decisiones estratégicas como fusiones, adquisiciones, conversiones, reducción de personal y rediseño del trabajo. Los *factores relacionados con el personal* se refieren a medidas relacionadas con la mano de obra, incluyendo factores tales como médicos por cama, enfermeras registradas a tiempo completo por cada 1000 días de internación, trabajador de tiempo completo por cama, rotación de directores ejecutivos, enfermeras que son de tiempo completo y personal de tiempo completo por camas ocupadas. Finalmente, la categoría de *otros factores* se refiere a los factores que incluyen variables que no se pueden categorizar en una de las categorías antes mencionadas. La clasificación de factores propuesta por Oner et al. (2016) es relacionada y afirmada con la propuesta de siete dimensiones de desempeño financiero realizada por Cleverley y Cameron (2003), Gapenski (2007), Mclean (2003); Nowicki (2004) y Zelman et al. (2003) estableciendo los grupos principales de razones financieras: rentabilidad, liquidez, estructura de capital o apalancamiento, actividad, costos, ingresos y utilización. El grupo de *rentabilidad* se refiere a medidas que indican la capacidad de los hospitales para generar rendimientos financieros, tales como el margen de beneficio y el rendimiento de los activos. El grupo de medidas de *liquidez* se refiere a la capacidad de los hospitales para cumplir con sus obligaciones en efectivo de manera oportuna, tales como los días de efectivo en caja y los ingresos netos en las cuentas por cobrar. El grupo de *estructura de capital o apalancamiento* lo integran aquellas medidas que indican hasta qué punto un hospital utiliza el financiamiento mediante deuda y capital, usando medidas tales como la cobertura del servicio de la deuda y el financiamiento de capital. El grupo de medidas de *actividad*

incluye aquellas que indican la capacidad de un hospital para convertir varios activos o pasivos en efectivo o ventas, considerando medidas tales como la rotación total de activos y la rotación de activos fijos. El grupo de las medidas de *costos* indican la cantidad y la combinación de varios tipos de costos, incluyendo medidas tales como el costo laboral, los gastos hospitalarios por cama, los gastos totales por cama y los gastos operativos. Para el grupo de medidas de *ingresos* se consideran aquellas que indican la cantidad y la combinación de varios tipos de ingresos, tales como los ingresos netos del paciente por cama, los ingresos netos, los ingresos netos del paciente por alta ajustada y los ingresos por admisión. Finalmente, el grupo de medidas de *utilización* incluye aquellas relacionadas con el uso de activos fijos, tales como la tasa de ocupación y el promedio de camas censables para enfermos agudos por camas de corta estancia o ambulatoria.

Adicional a las propuestas de *factores* y de *grupos* de análisis financiero expuestas anteriormente, Counte et al. (1988) aplicaron el análisis factorial a datos de un grupo homogéneo de hospitales y llegaron a la conclusión que con veinticinco razones financieras reflejaban adecuadamente las cinco dimensiones que integran la salud financiera. Las dimensiones se refieren a la liquidez, la estructura de la deuda, la rentabilidad, la gestión del flujo de caja y la utilización de activos. La liquidez, la estructura de la deuda y la gestión del flujo de caja determinan el riesgo. La utilización de activos afecta la rentabilidad. La rentabilidad y el riesgo determinan el valor, que a su vez es el objetivo final de la administración y el árbitro final de una estrategia exitosa. Por lo tanto, estos factores son los medios para lograr el objetivo predeterminado de creación de valor que podrían asegurar la supervivencia de la unidad médica de capital privado y un buen desempeño de públicas y privadas. Se considera que los hospitales son intensivos en capital en cuanto a sus activos con los que cuenta, y también intensivos en mano de obra dadas todas sus actividades operativas que realiza a diario. La eficacia con la que se utilizan sus activos determina la viabilidad económica, productividad, eficiencia, y rentabilidad.

Cabe mencionar que muchos métodos de evaluación sólo aplican a las unidades médicas con inversión de capital y deuda, y sólo algunos métodos e indicadores de evaluación pueden ser aplicados a las unidades médicas públicas cuyo recurso es otorgado por el gobierno. La evaluación de los indicadores es una herramienta clave para determinar las condiciones financieras de una organización, la administración de sus recursos disponibles y da una visión del rumbo futuro de la organización (Nava, 2009). Por consiguiente, se puede sintetizar que para el análisis y evaluación del desempeño financiero de una unidad médica se pueden utilizar diferentes herramientas, sobresaliendo entre ellas los indicadores financieros, pero con una adaptación propia al contexto y estructura de la organización.

## Comentarios Finales

### Conclusiones

La revisión realizada demuestra la necesidad de aplicar herramientas específicas de administración financiera a la gestión de los servicios de salud públicos con el fin de dar respuesta a la inminente situación de restricción de recursos para financiar la prestación de los citados servicios. Es indispensable que los administradores de instituciones públicas médicas conozcan y apliquen las herramientas que tradicionalmente son utilizadas en la iniciativa privada, pero con la adaptación necesaria a su medio ambiente y estructura. Una mejor gestión financiera permitirá flexibilidad para la realización de proyectos en respuesta a los problemas de salud e inclusive tener la capacidad de realizar reasignaciones de recursos en un marco de creación de valor, o emergencias en salud. La ausencia de estudios profundos sobre una tipología o metodología de evaluación financiera de unidades de salud públicas hace evidente la necesidad de mayor investigación que genere una propuesta metodológica de evaluación financiera, y de razones financieras adecuadas, que fortalezcan la administración financiera de las instituciones públicas de salud. Como resultado del presente trabajo se puede concluir que la propuesta de Oner et al. (2016) para considerar factores internos y externos en la identificación de indicadores financieros, combinada con la propuesta de Cleverley y Cameron (2003), Gapenski (2007), Mclean (2003), Nowicki (2004) y Zelman et al. (2003) de establecer grupos de razones financieras, constituyen la base para realizar una propuesta de metodología de evaluación de unidades de salud del sector público, pero profundizando en la determinación de la viabilidad y significancia de los indicadores acordes al contexto y estructura de la unidad a ser evaluada.

### Futuras investigaciones

Los investigadores interesados en continuar esta investigación pueden concentrarse en definir una metodología basada en la experiencia de estudios de caso y la aplicación de las herramientas de análisis financiero con el fin de sentar parámetros de referencia. Dichos parámetros deberán medir la actuación eficiente de una unidad de salud médica en la administración de los recursos que le son destinados para servicios de salud en el ámbito público. Por otro lado, la propuesta puede medir y comparar el desempeño de varias unidades de salud en condiciones similares en función de la aplicación de otros conceptos tales como el impacto del desempeño financiero derivado de la acreditación o certificación de calidad de las unidades médicas previamente citadas.

## Referencias

- Aldao, M.G. et al. (2015). Administración financiera gubernamental, un enfoque comparativo entre la Nación y la provincia de Córdoba. Ministerio de Finanzas de la Provincia de Córdoba. [http://www.cba.gov.ar/wp-content/4p96humuzp/2015/10/Administración\\_Financiera\\_Gubernamental.pdf](http://www.cba.gov.ar/wp-content/4p96humuzp/2015/10/Administración_Financiera_Gubernamental.pdf)
- Amit, R. y Schoemaker, P. (1993). Strategic assets and organizational rent. *Strategic Management Journal*, 14(1), 33-46.
- Arias, F. (2000). ¿Hay dos modelos (teórico-descriptivo y técnico-prescriptivo) del proceso administrativo? *Contaduría y Administración*, 196, 5-14.
- Azofra, V. (1995). Sobre el análisis financiero y su nueva orientación. *Anales de estudios económicos y empresariales*, (10),9-27.
- Bernstein, L.A. (1983). Análisis de estados financieros. Deusto.
- Briceño-León, R. (2000). Bienestar, salud pública y cambio social. En R. Briceño-León, M. De Souza, y C. Coimbra (Eds.). *Salud y equidad: una mirada desde las ciencias sociales* (pp. 15-24). Editora Fiocruz. <https://doi.org/10.7476/9788575415122>
- Burkhardt, J. H. y Wheeler, J. R. C. (2013). Examining financial performance indicator for acute care hospitals. *Journal of health care finance*, 39(3), 1-13.
- Casermeyro, M., Scheuber, Y., Varas, D. y Contreras A. (2018). La Calidad en los Servicios Públicos. Gobierno de la Provincia de Salta. [https://nanopdf.com/download/la-calidad-en-los-servicios-publicoscdr\\_pdf](https://nanopdf.com/download/la-calidad-en-los-servicios-publicoscdr_pdf)
- Cedeño, M. A., Delgado, D., García, J. M., Muñoz, S.J., Pionce, L. M. y Marcillo, T. L. (2018). La administración de la salud y la calidad del desempeño para los beneficiarios. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 2(4), 160-188. [https://doi.org/10.26820/recimundo/2.\(4\).octubre.2018.160-188](https://doi.org/10.26820/recimundo/2.(4).octubre.2018.160-188)
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (1992). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos: Con una explicación sencilla de cada artículo para su mejor comprensión.*(9ª ed.).Trillas.
- Counte M., Glandon G., Hollowman K. yKowalezyk J. (1988). Using ratios to measure hospital financial performance: Can the process be simplified?.*Health Services Management Research*, 1(3), 172-180. <https://doi.org/10.1177/095148488800100306>
- Courtis, P. y Roupas, T. A. (2009). Health Care Finance, the Performance of Public Hospitals and Financial Statement Analysis. *European Research Studies*, 12(4), 199-212.
- De La Encarnación, M. A. (2009). *Administración Pública*. (2ª ed.). Paraninfo.
- Fernández, F.M. (1973). *Dirección y organización de empresas privadas y públicas*. Ediciones Machi.
- Fayol, H. (1916). *Gestópolis*. Obtenido de <https://www.gestopolis.com/que-es-proceso-administrativo/>
- García-Ayuso, M. y Jiménez, S. M. (1996). Una reflexión crítica sobre el concepto y ámbito del análisis financiero y los objetivos de la investigación en materia de análisis de la información financiera. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 25 (87), 403 – 427.
- Giraldo G, Libardo Antonio, Grisales F, Lina María (2006). Identificación y normalización de las competencias en los gerentes de las instituciones prestadoras de servicios de salud. *Rev Fac Nac Salud Pública* Vol. 23 N. 2 jul-dic 2006.
- Haro-Alvarado, J. M., Haro-Alvarado, J. I., Macías-Intriago, M. G., Veliz-Mero, N. A., Toala-Sornoza, J. F. y Solís-Lino, T. A. (2018). Estrategia de Administración en el Área de Salud Pública-Privada. *Polo del Conocimiento*, 3(10), 244-284. <https://doi.org/10.23857/pc.v3i10.749>
- Morales, J. (2013). *La administración de los servicios de salud* [tesis de post grado, Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología].
- Nava, M. A. (2009). Análisis Financiero: una herramienta clave para una gestión financiera eficiente. *Revista Venezolana de Gerencia*, 14(48), 606-628. <http://dx.doi.org/10.37960/revista.v14i48.10553>
- Navas López, J. E. y Guerras Martín, L. A. (2007). *La dirección estratégica de la Empresa: Teoría y aplicaciones*. (3ª ed.). Thomson Civitas.
- Ochoa, G. (1996). *Administración Financiera I*. (3ª ed.). Pearson Educación.
- Oner, N., Zengul, F., Ozaydin, B., Pallota, A., y Weech-Maldonado, R. (2016). Organizational and environmental factors associated with hospital financial performance: A systematic review . *Health Finance Journal* , 14-37.
- Ortega, A. (2008). *Introducción a las finanzas*. McGraw-Hill Interamericana.
- PricewaterhouseCoopers. (2012). ¿En qué hay que transformar la Administración Pública española?, Cómo afrontar el reto del cambio del sector público. <https://www.pwc.es/es/publicaciones/sector-publico/assets/transformar-administracion-publica-esp.pdf>
- Puerta, F., Vergara, J. y Huertas, N. (2018). Análisis financiero: enfoques en su evolución. *Criterio Libre*, 16(28), 85-104.

Robbins, S. y Coulter, M. (2005). *Administración*. (11ª ed.). Pearson Educación.

Zeller T., Stanko B., y Cleverley W. (1996). A Revised Classification Pattern of Hospital Financial Ratios. *Journal of Accounting and Public Policy*, 15(2), 161-181. [https://doi.org/10.1016/0278-4254\(96\)00014-2](https://doi.org/10.1016/0278-4254(96)00014-2)

# Análisis y Simulación de Diseños factoriales fraccionados de niveles mixtos

Dra. Yaquelin Verenice Pantoja Pacheco<sup>1</sup>, Dr. Javier Armando Ríos Lira<sup>2</sup>,  
M.C. Moisés Tapia Esquivias<sup>3</sup>, M.C. Vicente Figueroa Fernández<sup>4</sup>, Linda Yaret Pères Morales<sup>5</sup> y M.C. Daniel Hernández Moedano<sup>6</sup>

**Resumen**— En este documento se aborda el análisis y simulación de un diseño de niveles mixtos para estimar los efectos factoriales principales, al utilizar el diseño completo y fracciones de este construidas por medio del método NOBA. Para lograr lo anterior, fue elegido un diseño y sus fracciones NOBA, posteriormente fue definido un modelo matemático, de tal forma que a partir de simulación fue posible obtener una variable de respuesta. Definido el modelo anterior, fueron calculadas y analizadas las tablas ANOVAs así como la función de deseabilidad para maximizar la respuesta tanto para el diseño completo como para cada una de las fracciones NOBA construidas. En esta investigación se muestra la consistencia de las tablas ANOVAs para cada uno de los diseños, así como los valores obtenidos para la optimización.

**Palabras clave**— diseños factoriales fraccionados, simulación, ANOVA, función de deseabilidad

## Introducción

En este documento se aborda el análisis y simulación de un diseño de niveles mixtos para estimar los efectos factoriales principales al utilizar el diseño completo o fracciones de este construidas por medio del método NOBA (ver Pantoja *et al.* 2018).

Para la creación del modelo se definió que todos los factores fueran significativos y se introdujo un error experimental; que como es sabido, es un variable aleatoria con media cero ( $\mu=0$ ) y varianza ( $\sigma^2$ ), Montgomery, 2017. Con lo que respecta al tamaño de  $\sigma^2$  en base a investigaciones de Ríos *et al.* 2011, es sabido que “el tamaño de  $\sigma^2$  debe ser de un tercio del tamaño de los coeficientes para que el factor sea significativo”.

Definido el modelo fueron calculadas y analizadas las tablas ANOVAs así como la función de deseabilidad para maximizar la respuesta tanto para el diseño completo como para cada una de las fracciones NOBAS. Finalmente, el análisis de esta información mostró consistencia en cada uno de los datos anteriores.

## Descripción del Método

En esta sección se expone cada uno de los pasos utilizados en el desarrollo de este trabajo. Nótese el uso de pasos independientes; primeramente, para la determinación del diseño (ver pasos 1.1). Secundariamente, para la definición, cálculo y selección de los valores de la variable de respuesta y por último la generación de las tablas ANOVAs y la optimización (ver pasos 3.1 y 3.2).

Paso 1.1 Determinación de diseño y fracciones NOBA. El diseño seleccionado fue el ( $2^4 3^1 4^1$ ). Y las fracciones estudiadas son las presentadas en Pantoja *et al.* 2019 de tamaño 96, 48 y 24. El modelo fue definido y construido por medio de los pasos 2.1, 2.2 y 2.3

<sup>1</sup> Dra. Yaquelin Verenice Pantoja Pacheco, es Profesora en el Departamento de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México (Celaya). [yaquelinpantoja@hotmail.com](mailto:yaquelinpantoja@hotmail.com), [yaquelinpantoja@itcelaya.edu.mx](mailto:yaquelinpantoja@itcelaya.edu.mx)

<sup>2</sup> Dr. Armando Javier Ríos Lira, es Profesor investigador de tiempo completo en el Departamento de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México (Celaya). [armando.rios@itcelaya.edu.mx](mailto:armando.rios@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> M.I.I Moisés Tapia Esquivias, es Profesor de tiempo completo en el Departamento de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México (Celaya) [moises.tapia@itcelaya.edu.mx](mailto:moises.tapia@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> M.C. Vicente Figueroa Fernández, es Profesor de tiempo completo en el Departamento de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México (Celaya) [vicente.figueroa@itcelaya.edu.mx](mailto:vicente.figueroa@itcelaya.edu.mx)

<sup>5</sup> M.C. Linda Yaret Pérez Morales, es Estudiante del doctorado en ciencias de la Ingeniería en el Tecnológico Nacional de México (Celaya). [linda\\_579@yahoo.com.mx](mailto:linda_579@yahoo.com.mx)

<sup>6</sup> M.C. Daniel Hernández Moedano, es Estudiante del doctorado en ciencias de la Ingeniería del Tecnológico Nacional de México (Celaya). [d1603016@itcelaya.edu.mx](mailto:d1603016@itcelaya.edu.mx)

Paso 2.1 Definición de modelo matemático. El modelo fue construido a partir de la consideración de que todos los efectos principales son significativos.

El modelo utilizado fue:  $Y=3[A]+1.5[B]+6[C]+10[D]+9[E]+7[F] +\epsilon(0, \sigma^2)$

Paso 2.2 Cálculo de variable de respuesta Y. Esta se calculó a partir del modelo para cada corrida.

Paso 2.3 Selección de valores de Y. Para cada una de las corridas que componen el diseño fue empatado el valor de Y.

Concluidos los pasos 1.1 y 2.3. La tabla ANOVA y la optimización de cada diseño fue calculada.

Paso 3.1 Cálculo de tabla ANOVA. La tabla ANOVA para las tres fracciones y el diseño completo fue calculada.

Paso 3.2 Optimización. La optimización para maximizar la variable de respuesta fue realizada conforme la función de deseabilidad.

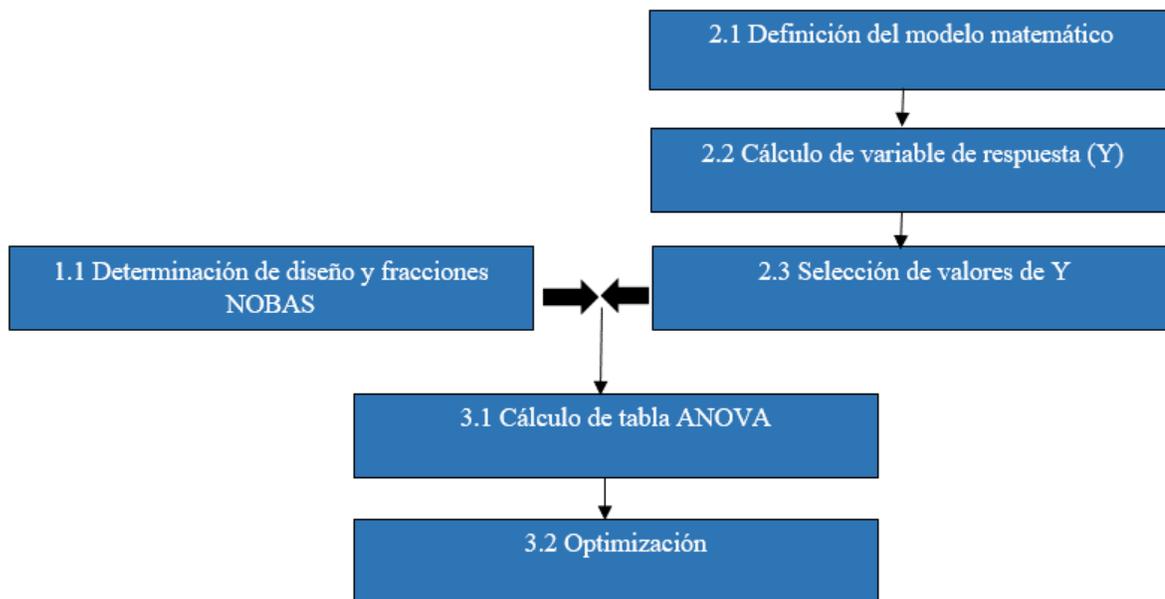


Figura 1. Pasos de la metodología

### Resumen de resultados

La Tabla 1 muestra las tablas de los ANOVAs para el factorial completo y las fracciones de tamaño 96, 48 y 24 así como la optimización. En los cuatro casos todos los factores aparecen como significativos. Los resultados son consistentes para los cuatro diseños. Para la optimización se utilizó la función de deseabilidad para maximizar la variable de respuesta produciendo éstos los mismos niveles recomendados para los factores A, B, C, D, E y F, que son 2, 2, 2, 2, 3 y 4 respectivamente, así como variables de respuestas cercanas.

Tabla 1 ANOVA's para varios diseños del (2<sup>4</sup>3<sup>1</sup>4<sup>1</sup>)

	ANOVA						OPTIMIZACIÓN						
	Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor F	Valor -P Prob-F	A	B	C	D	E	F	Y
FACTORIAL COMPLETO (192,2 <sup>4</sup> 3 <sup>1</sup> 4 <sup>1</sup> )	Regresión	29366.39	9	3241.4	6476.49	<0.0001	Significativo						
	A-A	426.11	1	426.11	851.38	<0.0001							
	B-B	111.95	1	111.95	223.68	<0.0001	2	2	2	2	3	4	95.864
	C-C	1659.14	1	1659.14	3315.05	<0.0001							
	D-D	4817.03	1	4817.03	9624.68	<0.0001							
	E-E	10456.74	2	5228.37	10446.56	<0.0001							
	F-F	11701.65	3	3900.55	7793.5	<0.0001							
	Residual	91.09	182	0.5									
	Cor Total	29263.71	192										

	ANOVA						OPTIMIZACIÓN						
	Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor F	Valor -P Prob-F	A	B	C	D	E	F	Y
NOBA (96,2 <sup>3</sup> 3 <sup>1</sup> 4 <sup>1</sup> )	Regresión	14715.54	9	1635.06	3025.75	<0.0001	Significativo						
	A-A	236.56	1	236.56	437.77	<0.0001							
	B-B	45.85	1	45.85	84.85	<0.0001	2	2	2	2	3	4	95.6303
	C-C	847.58	1	874.58	1618.45	<0.0001							
	D-D	2413.08	1	2413.08	4465.5	<0.0001							
	E-E	5209.39	2	2604.69	4820.1	<0.0001							
	F-F	5936.08	3	1978.69	3661.65	<0.0001							
	Residual	46.47	86	0.54									
	Cor Total	14762.01	95										

	ANOVA						OPTIMIZACIÓN						
	Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor F	Valor -P Prob-F	A	B	C	D	E	F	Y
NOBA (48,2 <sup>3</sup> 3 <sup>1</sup> 4 <sup>1</sup> )	Regresión	7161.88	9	795.76	1607.4	<0.0001	Significativo						
	A-A	103.71	1	103.71	209.5	<0.0001							
	B-B	19.17	1	19.17	38.71	<0.0001	2	2	2	2	3	4	95.6158
	C-C	342.26	1	342.26	691.34	<0.0001							
	D-D	1064.68	1	1064.68	2150.6	<0.0001							
	E-E	2578.91	2	1289.45	2604.62	<0.0001							
	F-F	3027.57	3	1009.19	2038.51	<0.0001							
	Residual	18.81	38	0.5									
	Cor Total	7180.69	47										

	ANOVA						OPTIMIZACIÓN						
	Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor F	Valor -P Prob-F	A	B	C	D	E	F	Y
NOBA (24,2 <sup>3</sup> 3 <sup>1</sup> 4 <sup>1</sup> )	Regresión	3057.13	9	339.68	485.79	<0.0001	Significativo						
	A-A	29.84	1	29.84	42.68	<0.0001							
	B-B	10.64	1	10.64	15.22	<0.0001	2	2	2	2	3	4	95.9207
	C-C	217.98	1	217.98	311.74	<0.0001							
	D-D	310.42	1	310.42	443.95	<0.0001							
	E-E	1281	2	640.5	916.01	<0.0001							
	F-F	1361.02	3	453.67	648.82	<0.0001							
	Residual	9.79	14	0.7									
	Cor Total	2942.58	23										

**Conclusiones**

El uso de diseños factoriales fraccionados de niveles mixtos en etapas tempranas de investigación favorece al uso del presupuesto experimental. Con la existencia de algoritmos de baja complejidad día a día se van agregando más y más herramientas para el experimentador actual.

**Referencias bibliográficas**

Montgomery, DC. Design and analysis of experiments, {9th edn}, Wiley and Sons Inc. New York, 2017.

Pantoja Y. V., Ríos A. J., & Tapia M. (2019). A method for construction of mixed-level fractional designs. Quality and Reliability Engineering International.1–20, doi:<https://doi.org/10.1002/qre.2466>

Ríos A.J., Simpson J.R., & Guo Y. (2011). Semifold plans for mixed-level designs. Quality and Reliability International; 27(7):921-929. doi:10.1002/qre.1181

Pantoja Y. V., Ríos A. J., Pérez L. Y., Hernández D., Tapia M. (2019). Aplicación del método NOBA para construcción de fracciones de diseños de Niveles Mixtos. Academia Journals.

## Notas Biográficas

La Dra. **Yaquelin Verence Pantoja Pacheco**, es Profesora en el Departamento de Ingeniería Industrial. Es Doctora en ciencias de la ingeniería, Maestra en Ing. Ind. e Ing. Química egresada del Tecnológico de Celaya. Sus áreas de interés son el diseño de experimentos, logística, gestión de proyectos entre otros.

El Dr. **Armando Javier Ríos Lira**, actualmente trabaja en el programa de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México (Celaya). Armando Javier realiza investigación en Ingeniería de Sistemas de Control, Ingeniería de Fabricación e Ingeniería Industrial.

El M.II **Moisés Tapia Esquivias**, tiene los grados de Ing. Industrial en producción y Maestría en ciencias en sistema de calidad. Cuenta con el reconocimiento de perfil deseable y es miembro numerario de la academia nacional de ingeniería industrial. Las líneas de investigación que cultiva son: "Diseños y mejora de procesos y producto" y "Estadística industrial aplicada"

El M.C. **Vicente Figueroa Fernández**, es Maestro en ciencias en ingeniería Industrial, especializado en el área de operaciones, logística, ERP, Profesor de tiempo completo del departamento de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya. Además, tiene el reconocimiento de perfil deseable de PRODEP, Miembro de un cuerpo académico "Diseño, investigación y administración de las operaciones de manufactura.

La M.C. **Linda Yaret Pérez Morales**, es Ingeniera Bioquímica con especialidad en alimentos, cuenta con una Maestría en Ciencias de la Ingeniería Bioquímica y actualmente es estudiante del programa Doctorado en Ciencias de la Ingeniería del Tecnológico Nacional de México en Celaya. Cuenta además con experiencia en la industria de alimentos y capacitaciones en el área de análisis sensorial de alimentos. Ha trabajado en el área de docencia especializándose en química orgánica y biología.

El M.C. **Daniel Hernández Moedano**, Ing. Sist. y maestro en ciencias en automatización y control. Actualmente es estudiante del doctorado en ciencias de la Ingeniería del Tecnológico Nacional de México (Celaya).

# ANÁLISIS DEL CLIMA ORGANIZACIONAL EN EMPRESA MANUFACTURERA DE TEJA DE ARCILLA DE TECATE, BAJA CALIFORNIA

M.A. Victoria Pardo Rodríguez<sup>1</sup>, Dra. Lourdes Evelyn Apodaca del Angel<sup>2</sup>,  
Dra. Silvia Hernández Solís<sup>3</sup>

**Resumen**—El trabajo de investigación tuvo como propósito examinar cómo perciben los trabajadores las condiciones presentes de su contexto laboral; en particular, aquellas características relacionadas a las dimensiones de clima organizacional propuestas por Litwin y Stringer (1968), en empresa manufacturera de producción de teja de arcilla, ubicada en la ciudad de Tecate, Baja California, México. Es de tipo descriptivo con diseño no experimental, la muestra estuvo constituida por 88 empleados; se aplicó cuestionario con escala de Likert, La confiabilidad del instrumento determinada a través del alfa de Cronbach, obteniendo un índice de confiabilidad de 0.814. Los resultados revelan que los empleados perciben al clima organizacional con una media de 3.5. Consideran como fortalezas, las dimensiones de pertenencia con media de (4.5), apoyo (3.9) y estructura (3.7). Consideran como áreas de oportunidad, las dimensiones de riesgo con una media de (3.6), desempeño (3.5), conflicto (3.3), relaciones (3.2), responsabilidad (2.9) y recompensa (2.9).  
**Palabras clave**— Clima organizacional, NOM-035, Modelo de Litwin y Stringer, Empresa manufacturera.

## Introducción

En la actualidad es cada vez más evidente que el éxito o fracaso de las organizaciones depende en gran medida del talento, compromiso y capacidad de su fuerza laboral. Sin embargo, posiblemente igual de importante, es la capacidad que posean las empresas de generar un ambiente óptimo para que sus empleados, (quienes son individuos con distintas personalidades, intereses y aptitudes), puedan relacionarse, colaborar y comunicarse efectivamente para el logro de los objetivos organizacionales. Dicho de otra forma, las organizaciones deben impulsar el máximo potencial de su capital humano a través de un detallado proceso de gestión basado en un conocimiento profundo de las características de sus empleados, con el propósito de generar estrategias puntuales destinadas al desarrollo integral de su gente y a la mejora continua de la organización misma (Chiavenato, 2017).

Sumado a esta tendencia, el interés por la construcción de una atmosfera laboral balanceada se ha vuelto aún más trascendental en nuestro país en los últimos años con la publicación de la norma oficial mexicana NOM-035-STPS-2018, la cual de acuerdo al Diario Oficial de la Federación (DOF) solicita a las empresas analizar los factores de riesgo psicosocial de sus trabajadores, así como garantizar que se estén tomando todas las medidas necesarias para que el ambiente laboral sea favorable y no cause daños al personal (DOF, 2018; STPS, 2018).

## Revisión Teórica:

El análisis sistematizado del clima organizacional (CO) representa un recurso fundamental utilizado por investigadores en las ciencias administrativas para lograr un mejor reconocimiento de los procesos organizativos subyacentes que prevalecen en una empresa, los cuales constituyen a su vez la estructura y el contexto dentro del cual se desenvuelve la experiencia laboral percibida por los empleados (Brunet, 2017).

El clima organizacional ha sido estudiado por múltiples autores a lo largo del tiempo, quienes han utilizado diversos modelos teóricos y explicativos para documentar las dimensiones, factores e impactos relacionados a dicho fenómeno (Arano, Escudero y Delfin, 2016). Es importante puntualizar que no existe una sola definición de clima organizacional por lo que es importante conocer la evolución de diversos conceptos clave desarrollados por distintos autores y su evolución a través de los años (Brito, 2018).

Para Saldaña y Torres (2020) el estudio del clima organizacional es fundamental para el desarrollo de la empresa, ya que se encuentra involucrado prácticamente en todos los aspectos de esta; influye de gran manera en el

<sup>1</sup> M.A. Victoria Pardo Rodríguez, es Egresada de Maestría en Administración de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la Universidad Autónoma de Baja California, Tecate Baja California, México. [victoria.pardo@uabc.edu.mx](mailto:victoria.pardo@uabc.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> La Dra. Lourdes Evelyn Apodaca del Angel, Es profesora Investigadora de la de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la Universidad Autónoma de Baja California, Tecate Baja California, México. [lourdesapodaca@uabc.edu.mx](mailto:lourdesapodaca@uabc.edu.mx)

<sup>3</sup> La Dra. Silvia Hernández Solís, Es profesora Investigadora de la de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la Universidad Autónoma de Baja California, Tecate Baja California, México. [silvia.hernandez.solis@uabc.edu.mx](mailto:silvia.hernandez.solis@uabc.edu.mx)

comportamiento y desempeño de sus empleados. Considerando tanto los aspectos individuales clave como la motivación, compromiso, creatividad, actitud, además de los procesos organizativos, de gestión, cambio e innovación a nivel empresa, mismos que se ven impactados por lo que su estudio es de gran relevancia, dada su incidencia directa en la calidad y productividad a nivel sistémico.

### **Descripción del Método**

El presente trabajo es parte de una tesis de maestría, que tuvo por como propósito analizar el Clima Organizacional de la empresa TEARSA de la ciudad de Tecate, Baja California., México.

Basándose en el trabajo de la década de 1930, George H. Litwin y Robert A. Stringer, dos integrantes del área de investigación de la Escuela de Graduados de Negocios de la Universidad de Harvard, en Estados Unidos, diseñaron un modelo experimental con el cual buscaban relacionar la presencia de determinados climas organizacionales en función de los estilos de liderazgo encontrados en cada caso (Bustamante-Ubilla, et al, 2009).

Los métodos e instrumentos utilizados en el presente trabajo están basados a partir de las percepciones compartidas por sus trabajadores en un cuestionario con la escala de calificación del 1 al 5.

La organización analizada en el presente trabajo se encuentra ubicada en la ciudad de Tecate, Baja California. Cuenta con 88 trabajadores agrupados en las siguientes categorías: administrativos, operadores y supervisores. A continuación, se presentan los principales componentes y procedimientos metodológicos que fueron incorporados a la investigación.

Se utilizó el método cuantitativo dentro de la investigación, se evaluaron las nueve dimensiones del clima organizacional propuestas por sus creadores Litwin y Stringer (1968). La nomenclatura utilizada para identificar cada una (Tabla 3.1) es la siguiente: 1) estructura (ETR); 2) responsabilidad (RPS); 3) recompensa (RCP); 4) riesgo (RSG); 5) relaciones (RLS); 6) apoyo (AP); 7) desempeño (DSP); 8) conflicto (CFT) y, 9) pertenencia (PRT).

El cuestionario contiene una primera sección de “datos generales”, la cual incluye preguntas demográficas tales como género, antigüedad en la empresa TEARSA, lugar de trabajo (edificio), departamento, puesto, grado de escolaridad, y (existencia de) otro trabajo. Adicionalmente, en su segunda fase contiene 52 ítems, las cuales han sido adaptadas de acuerdo a las características de la organización a ser investigada y que responden a cada una de las dimensiones.

Las personas encuestadas dieron sus respuestas, seleccionando entre una de cinco opciones bajo la escala de Likert de cinco puntos (Hernández, et. al, 2014). Totalmente en desacuerdo. Si el encuestado piensa o está convencido que la afirmación es totalmente falsa. Totalmente de acuerdo. Si el encuestado piensa o está convencido que la afirmación es totalmente cierta.

En el estudio participó el personal de la empresa que incluyó a personal administrativo (19%), supervisores (5%), personal de producción (76%), a los cuales se les aplicó una encuesta, mediante un cuestionario autoadministrado. Como escala de medición se emplearon cinco opciones para la respuesta de los sujetos de investigación con una reconfiguración fue en escalamiento numérico de cinco valores, donde (1) corresponde a totalmente en desacuerdo y (5) a totalmente de acuerdo; de operacionalización de variables. En total se recolectaron 84 cuestionarios. La aplicación del instrumento se realizó en el transcurso de junio – agosto 2019.

Se incorporaron valoraciones para este trabajo en base a rangos de las medias obtenidas, tomando como base la escala de semaforización, propuesta por Salazar (2014) y Gobierno de estado de Guanajuato (2016), con el objetivo de definir los intervalos dentro de los cuales se evaluarían las fortalezas, áreas de oportunidad y limitaciones o necesidades de atención prioritaria o áreas de atención urgente.

**Resultados.**

El análisis de resultados por dimensiones, primeramente considera las percepciones en base a las medias de cada una y posteriormente se miden en función de las variables sociodemográficas.

Se analizan los reactivos que conforman a cada ítem, con análisis de cada dimensión mostrando la percepción de cada dimensión quienes manifestaron estar en desacuerdo o talmente en desacuerdo (considerándose como debilidad), tener una posición neutral o de área de oportunidad, o expresaron estar de acuerdo o totalmente de acuerdo (Considerándose como Fortaleza).

El análisis descriptivo de las medias de las nueve dimensiones de clima organizacional a nivel global en la empresa revela que los empleados perciben a la dimensión de pertenencia como el aspecto con mayor calificación de la organización, con una media de 4.5, mientras que la dimensión de recompensa y responsabilidad comparten el valor más bajo con una media de 2.9 de acuerdo a las respuestas de los encuestados.

**Resultados por dimensión a nivel global**

El análisis descriptivo de las medias de las nueve dimensiones de clima organizacional a nivel global en la empresa (Figura 1) revela que los empleados perciben a la dimensión de pertenencia como el aspecto con mayor calificación de la organización, con una media de 4.5, mientras que la dimensión de recompensa y responsabilidad comparten el valor más bajo con una media de 2.9 de acuerdo a las respuestas de los encuestados.



Figura 1: Grafica de Resultados por dimensión a nivel Global

**Resultados por dimensión de acuerdo a la variable grupo de edad.**

Los resultados de los estadísticos descriptivos generales de clima organizacional en relación a la variable de edad (Tabla 2) y (Figura 2) indican que existe coincidencia entre todos los grupos etarios con respecto a la pertenencia, identificándose como una fortaleza dentro de la empresa, siendo los empleados con rangos de 36-45 años y 46-55 años quienes mejor la califican con una media de 4.6 cada uno. El valor más bajo para una dimensión por grupo de edad lo recibió la dimensión de recompensa, con una calificación en medias de 2.5, proveniente del rango 55 años o más. La estructura observó la mayor variabilidad de calificación entre grupos etarios, alcanzando un valor máximo de 4.0 para el rango de 18-25 años, registrando el mínimo la media de 3.2 a los empleados con edad superior a los 55 años. Finalmente, se puede apreciar que la dimensión de conflicto es la que mantiene mayor consistencia en los valores asignados por los respondientes de los distintos grupos de edad.

Dimensión	Entre 18-25	Entre 26 y 35	Entre 36 y 45	Entre 46 y 55	Mas de 55
Estructura	4.0	3.6	3.7	3.7	3.2
Responsabilidad	2.7	2.8	3.0	2.9	2.8
Recompensa	3.1	2.7	3.0	2.9	2.5
Riesgo	3.7	3.6	3.7	3.3	3.8
Relaciones	3.1	3.0	3.3	3.1	3.3
Apoyo	4.0	3.8	3.7	3.9	4.1
Desempeño	3.7	3.2	3.6	3.5	3.2
Conflicto	3.2	3.4	3.2	3.4	3.4
Pertenencia	4.0	4.5	4.6	4.6	4.1

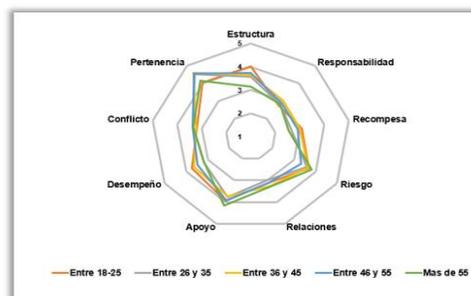


Tabla 1: Resultados por dimensión de acuerdo con edad.

Figura 2: Resultados por dimensión de acuerdo con edad.

**Resultados por dimensión de acuerdo a la antigüedad.**

El análisis descriptivo del clima organizacional de acuerdo a la antigüedad de los encuestados se muestra en la (Tabla 3) y (Figura 3) en las cuales se identifica, que los empleados con más de 20 años de experiencia en la empresa se encuentran mayormente insatisfechos con la recompensa recibida, otorgando a esta dimensión la calificación de medias más baja entre todos los grupos de antigüedad, con el mínimo valor de 2.0. Inversamente, son los empleados con más antigüedad quienes están de acuerdo que la dimensión de pertenencia con 4.8. Un dato destacable dentro de esta estadística descriptiva es la disminución gradual en la calificación otorgada a la dimensión de apoyo conforme aumenta el número de años de antigüedad de los encuestados, alcanzando una media de 4.1 con los empleados de nuevo ingreso (menos de 1 año de antigüedad), menguando para el siguiente grupo (de 1 a 3 años), permaneciendo estable con el mismo valor (3.8) en los dos rangos siguientes y llegando al mínimo de 3.3 entre los encuestados con mayor permanencia en la empresa.

Antigüedad	Menos de 1 año	De 1 a 3 años	De 3 a 10 años	De 10 a 20 años	Mas de 20 años
Estructura	3.9	3.7	3.6	3.6	3.6
Responsabilidad	2.9	2.7	2.9	3.0	2.9
Recompensa	3.1	2.6	2.7	3.0	2.0
Riesgo	3.9	3.4	3.3	3.6	3.1
Relaciones	3.5	2.7	3.1	3.1	2.6
Apoyo	4.1	3.8	3.8	3.8	3.3
Desempeño	3.9	3.1	3.4	3.3	3.1
Conflicto	3.7	3.1	3.2	3.2	3.2
Pertenencia	4.5	4.1	4.6	4.4	4.8

Tabla 3: Resultados por dimensión de acuerdo con la Antigüedad.



Figura 3: Resultados por dimensión de acuerdo con la Antigüedad.

**Resultados por dimensión de acuerdo a la variable escolaridad.**

La (Tabla 4) y (figura 4) muestran los resultados obtenidos en términos de la percepción del clima organizacional de los empleados de la empresa de acuerdo al último grado de estudios alcanzado. Se encontró que el valor más bajo para la dimensión de recompensa, 2.8, fue otorgado por aquellos empleados con nivel de escolaridad de primaria y secundaria, (quienes constituyen la gran mayoría de la empresa TEARSA con un 86% del personal). La dimensión de pertenencia se considera una fortaleza dentro de la empresa. La dimensión de relaciones obtuvo el menor grado de variación entre los grupos segregados por nivel de estudios, mostrando una coincidencia en términos de su percepción en dicha dimensión.

Escolaridad	Primaria	Secundaria	Preparatoria	Carrera
Estructura	3.5	3.8	4.4	3.6
Responsabilidad	2.8	2.9	3.6	3.3
Recompensa	2.8	2.8	4.2	3.3
Riesgo	3.6	3.5	3.8	3.7
Relaciones	3.2	3.1	3.2	3.3
Apoyo	3.9	3.8	4.6	4.2
Desempeño	3.3	3.5	3.9	3.7
Conflicto	3.4	3.1	3.8	3.8
Pertenencia	4.4	4.4	4.3	4.8

Tabla 4: Resultados por dimensión de acuerdo con la escolaridad.

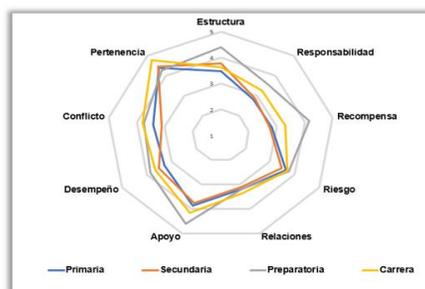


Figura 4: Resultados por dimensión de acuerdo con la escolaridad

**Resultados por dimensión de acuerdo al departamento**

Se analizaron las respuestas del instrumento de clima organizacional de acuerdo al departamento al que pertenece cada empleado (Tabla 5) y (Figura 5), encontrándose importantes diferencias sobre la percepción de algunas de las dimensiones. El equipo de supervisión percibe al riesgo con una media de 1.8, mientras que el personal del área de producción la evalúa con una media de 3.9. Las dimensiones de relaciones y recompensa observan la misma percepción, con de las medias más bajas que son 2.0 y 2.3 por parte de los supervisores, en tanto que los empleados del área de producción las perciben con 3.4 y 3.6 respectivamente.

Grupo	Administración	Producción	Supervisión
Estructura	3.9	3.6	3.4
Responsabilidad	3.0	2.8	3.4
Recompensa	3.6	2.7	2.3
Riesgo	3.9	3.6	1.3
Relaciones	3.4	3.2	2.0
Apoyo	4.1	3.8	4.2
Desempeño	3.8	3.4	2.9
Conflicto	3.6	3.3	2.1
Pertenencia	4.5	4.4	4.9

Tabla 5: Resultados por dimensión de acuerdo con el departamento

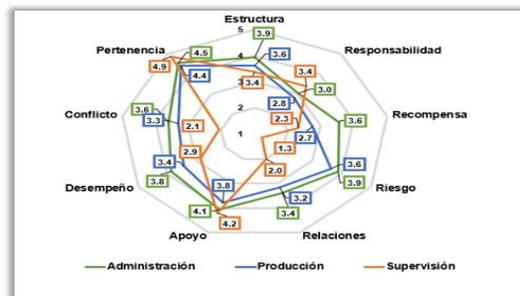


Figura 5: Resultados por dimensión de acuerdo con el departamento

**Conclusiones.**

Una vez llevado a cabo el análisis descriptivo de las variables de cada una de las dimensiones de clima organizacional (Litwin y Stringer, 1968), tal cual fueron percibidas por los empleados de la organización, se logró obtener información suficiente para identificar cuáles de ellas son consideradas como las más positivas, o fortalezas por el personal y en cuáles de ellas existen áreas de oportunidad, así como aquellas que ameritan atención inmediata debido a que fueron las dimensiones con más bajas calificaciones.

De acuerdo a los rangos de semaforización se consideran en color verde, como fortalezas, las dimensiones de pertenencia (4.5), apoyo (3.9) y estructura (3.7); se consideran como áreas de oportunidad, en color amarillo, las dimensiones de riesgo (3.6), desempeño (3.5), conflicto (3.3), relaciones (3.2), responsabilidad (2.9) y recompensa (2.9). Ninguna dimensión fue calificada como debilidad, de acuerdo a los rangos de semaforización utilizados. Tomando esto en consideración y con el propósito de hacer más puntuales las recomendaciones para que la gerencia de TEARSA implemente mejoras que impacten en clima organizacional de su lugar de trabajo.

Se encontró que existe una gran identificación de los empleados con la empresa, marcándose la dimensión de identidad con color verde en los rangos de semaforización y considerándose una fortaleza para TEARSA. Los resultados sugieren que el personal presenta un alto grado de sentido de pertenencia con la organización, otorgándole el valor más alto entre todas las dimensiones con una media de 4.5. Al desglosar un poco más dicho resultado se puede apreciar que los empleados se sienten muy orgullosos de pertenecer a su equipo de trabajo (4.6) y manifiestan sentir un alto grado de lealtad hacia la empresa (4.3).

No debe sorprender entonces, que casi la mitad de los empleados de la empresa (46%) han laborado en ella por más de 10 años. En base a esto se puede concluir que la empresa podría estar realizando acciones que crean un ambiente que hace sentir a los colaboradores como elementos valiosos en la organización, proyectándoles sentimientos de aceptación, seguridad y bienestar, haciéndolos sentir “en casa”.

**Recomendaciones.**

Se recomienda a la gerencia investigar de manera más específica cuales son estas acciones o elementos que hacen sentir a los empleados identificados con la empresa, con el objetivo de promover un “círculo virtuoso” del sentido de pertenencia en el cual la empresa reconoce al empleado como elemento valioso, lo que a su vez fortalece el lazo con el empleado y éste aumenta su valor para la empresa al vincular su propio éxito con el de la organización.

Aunque el personal encuestado considera como una fortaleza la postura dentro de la empresa en cuanto los procesos de mejora continua (3.9), aun considera en color amarillo, como área de oportunidad que la gerencia busque impulsar la productividad a través del bienestar de las personas (3.6), se recomienda enfatizar aún más la importancia que tiene el factor humano como motor de éxito de la empresa. En este sentido, se exhorta a la gerencia a establecer mecanismos claros a través de los cuales se pueda fomentar el apoyo entre pares, así como el soporte dado por el personal administrativo y mandos medios al resto del personal, enfrentando retos y situaciones complicadas como un frente común.

De igual forma, se considera por parte de los empleados que existe un área de oportunidad en la atención otorgada a la generación de metas de rendimiento más justas y alcanzables (2.9). Otro aspecto ubicado en el rango amarillo de la semaforización es la creación de estrategias individuales y grupales de motivación que abonen a la mejora del desempeño (3.0), por lo que se requiere el fortalecimiento de dicho proceso hacia el interior de la empresa.

Se recomienda verificar si esta percepción de una Estructura organizacional más ágil, eficiente y directa del turno nocturno está rindiendo frutos en términos de desempeño, analizando comparativamente la productividad entre los turnos, para implementar estrategias que agilicen y hagan más efectivos los procesos administrativos y de comunicación en los tres horarios de la empresa.

Esta última anotación es importante debido a que son precisamente los mandos medios en dónde parece encontrarse la mayor disrupción en cuanto a la percepción del clima organizacional. Los supervisores califican de una manera muy crítica la mayoría de las dimensiones analizadas, lo que puede estar indicando una gran insatisfacción con el entorno laboral. Se sugiere a la empresa, generar estrategias puntuales de atención para este grupo prioritario siguiendo los lineamientos establecidos para la detección, prevención y corrección de factores de riesgo psicosocial dentro de la NOM-035-STPS-2018 (DOF, 2018).

Si bien es cierto que las calificaciones otorgadas a las dimensiones de responsabilidad (2.9) y recompensa (2.9) no las ubican dentro del rango de semaforización de color rojo, como debilidades de la empresa, si es importante notar que de acuerdo a la percepción de los empleados de TEARSA, dichas dimensiones obtuvieron las calificaciones más bajas entre todas las dimensiones analizadas, lo cual significa que dentro del análisis llevado a cabo dichas dimensiones deben considerarse como prioritarias dentro de las acciones y estrategias llevadas a cabo por la gerencia en pos de la mejora del clima organizacional.

Se recomienda una política organizacional en la cual queda claro que existe una corresponsabilidad en términos del éxito de la empresa, la cual debe ser compartida e impulsada por todos los miembros de la empresa sin importar puesto, área o departamento. Adicionalmente, se deben establecer mecanismos a través de los cuales los colaboradores puedan hacer propuestas de mejora sin temer ser recriminados de alguna forma en caso de cometer un error.

Por último, los empleados se sienten mal retribuidos por su trabajo, (2.9) en su calificación, considerándose como un área de oportunidad. Se recomienda generar un sistema de recompensa y promoción completamente transparente en el cual los empleados tengan la certeza de que la empresa recompense de forma justa y clara a los colaboradores que aporten al logro de a los objetivos y metas de la organización a través de su desempeño.

## Referencias

- Arano, R., Escudero, J. y Delfin, L. (2016). El origen del clima organizacional, desde una perspectiva de las escuelas de la administración: una aproximación. *Ciencia Administrativa*, 1, 9-14.
- Brito, J. (2018). El clima organizacional como estrategia de mejora en una organización. *RICEA Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración*, 7(13), 114-132.
- Brunet, L. (2017). *El clima de trabajo en las organizaciones*. Trillas. México, D.F.
- Bustamante-Ubilla, M., Hernández, J., y Yañez, L. (2009). Análisis del clima organizacional en el Hospital Regional de Talca. *Revista Estudios Seridos en Gestión de Salud*, 5(11).
- Chiavenato, I. (2017). *Comportamiento Organizacional: La dinámica del éxito en las organizaciones*. México DF: McGraw-Hill.
- DOF - Diario Oficial de la Federación. (2018, 23 de octubre). Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018, *Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención*. Ciudad de México: Secretaría de Gobernación.
- Hernández, R., Fernández, C., y Babiata, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México, D.F.: McGraw-Hill.
- Litwin, G. H., & Stringer, R. A. (1963). *Motivation and Organizational Climate*. Boston:
- Salazar, J. (2011) Diagnóstico del clima organizacional en una empresa de servicios [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de administración y Contabilidad. Tijuana, Baja California.
- Saldaña, A., y Torres, C. (2020). The Relationship Between the Dimensions of the Organizational Climate in SMEs of the Region Laja-Bajío, Mexico. In *Handbook of Research on Increasing the Competitiveness of SMEs* (pp. 567-600). IGI Global.

# FACTORES DE RIESGO PSICOSOCIAL Y PRODUCTIVIDAD ORGANIZACIONAL

Ing. Francisca Pedroza-Montero, MA<sup>1</sup>, Lic. Silvia Leticia Sánchez-Fuentes<sup>2</sup>, Dra.  
Lic. Conrado Sanzarric-Aguilar<sup>3</sup> y Lic. Xóchitl Vega-Amaya, MC.<sup>4</sup>

**Resumen**— Los factores de riesgo psicosocial comprenden un amplio espectro de factores que están relacionados con factores de productividad tales como diseño de trabajo, diseño de procedimientos, cargas de trabajo, condiciones en el ambiente de trabajo, entre otros, que son factores claves para incrementar la productividad ya que se presenta como una medida de la eficiencia, que resulta de la relación de los recursos limitados aplicados a la misma organización. El recurso humano es uno de los principales factores que integra a la organización y a través de ellos se puede llegar al incremento de la productividad, siempre y cuando este capital humano se encuentre en un ambiente de trabajo según la legislación aplicable y factores propios de la actividad relacionados con la carga de trabajo y el control sobre el mismo trabajo, que se tiene que aprovechar este recurso al máximo sin causar ningún riesgo o condición peligrosa e insegura.

**Palabras clave**— Factores psicosociales, ambiente de trabajo, factores propios de la actividad y productividad.

## Introducción

En este capítulo se muestra la investigación de los factores de riesgo psicosocial que tienen algunas empresas de la localidad y cómo pueden éstos factores afectar a la productividad de la organización. Se revisan las referencias bibliográficas de todos los conceptos principales de los factores de riesgo psicosocial y productividad; se describen las variables de estudio, los criterios de evaluación, así como también se describe el objeto de estudio que son las ocho empresas industriales. Se obtienen resultados de las variables a investigar y se determina el nivel de riesgo psicosocial de las dos categorías de interés que son la de ambiente de trabajo y factores propios de la actividad; se concluye y se realizan recomendaciones a nivel promedio de la industria. Por último se indican las referencias que nos ayudaron a construir el trabajo de investigación.

## Descripción del Método

### Marco Teórico

De la Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018 que se refiere a los factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención, tomamos las siguientes definiciones: acontecimiento traumático severo, apoyo social, autoridad laboral, centro de trabajo, diagnóstico de seguridad y salud en el trabajo, entorno organizacional favorable, factores de riesgo psicosocial, medidas de prevención y acciones de control, política de prevención de riesgos psicosociales, trabajador, trabajo y violencia laboral.

Para la identificación y análisis de los factores de riesgo psicosocial nos indica la NOM-035-STPS-2018 que se debe de contemplar las condiciones en el ambiente de trabajo, lo cual se refiere a condiciones peligrosas e inseguras o deficientes e insalubres; es decir, a las condiciones del lugar de trabajo que, bajo ciertas circunstancias, exigen del trabajador un esfuerzo adicional de adaptación.

Otro criterio importante son las cargas de trabajo; estas se refieren a las exigencias que son impuestas sobre el trabajador y que exceden su capacidad, pueden ser de diversa naturaleza; cuantitativas, cognitivas o mentales, emocionales, de responsabilidad, así como cargas contradictorias o inconsistentes.

Por otra parte tenemos la falta de control sobre el trabajo. El control sobre el trabajo es la posibilidad que tiene el trabajador para influir y tomar decisiones en la realización de sus actividades. La iniciativa y autonomía, el uso y desarrollo de habilidades y conocimientos, la participación y el manejo del cambio, así como la capacitación son aspectos que dan al trabajador la posibilidad de influir en su trabajo. Estos elementos, cuando son inexistentes o escasos, se convierten en un factor de riesgo.

<sup>1</sup> Ing. Francisca Pedroza-Montero, MA es Profesora de la Universidad de Sonora y Universidad Tecnológica de Hermosillo, Sonora, México. [francisca.pedroza@unison.mx](mailto:francisca.pedroza@unison.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Lic. Silvia Leticia Sánchez Fuentes, Dra. es Profesora de la Universidad de Sonora y Universidad Tecnológica de Hermosillo, Sonora, México. [silvia.sanchez@unison.mx](mailto:silvia.sanchez@unison.mx)

<sup>3</sup> Lic. Conrado Sanzarric-Aguilar, Profesor de la Universidad de Sonora y Universidad Tecnológica de Hermosillo, Sonora, México. [conrado.sanzarric@unison.mx](mailto:conrado.sanzarric@unison.mx)

<sup>4</sup> Lic. Xóchitl Vega-Amaya, MC Profesora de la Universidad Tecnológica de Hermosillo, Sonora, México. [xvega@uhermosillo.edu.mx](mailto:xvega@uhermosillo.edu.mx)

Las jornadas de trabajo y rotación de turnos que exceden lo establecido en la Ley Federal del Trabajo, estos representan una exigencia de tiempo laboral que se hace al trabajador en términos de la duración y el horario de la jornada, se convierten en factores de riesgo psicosocial cuando se trabaja con extensas jornadas, con frecuente rotación de turnos o turnos nocturnos, sin pausas y descansos periódicos claramente establecidos y ni medidas de prevención y protección del trabajador para detectar afectación de su salud, de manera temprana.

La interferencia en la relación trabajo-familia; esto surge cuando existe conflicto entre las actividades familiares o personales y las responsabilidades laborales; es decir, cuando de manera constante se tienen que atender responsabilidades laborales durante el tiempo dedicado a la vida familiar y personal, o se tiene que laborar fuera del horario de trabajo.

El liderazgo negativo hace referencia al tipo de relación que se establece entre el patrón o, sus representantes y los trabajadores, cuyas características influyen en la forma de trabajar y en las relaciones de un área de trabajo y que está directamente relacionado con la actitud agresiva y/o impositiva; y las relaciones negativas de trabajo, lo cual se refiere a la interacción que se establece en el contexto laboral y abarca aspectos como la imposibilidad de interactuar con los compañeros de trabajo para la solución de problemas relacionados con el trabajo, y características desfavorables de estas interacciones en aspectos funcionales como deficiente o nulo trabajo en equipo y apoyo social.

La violencia laboral como el acoso, acoso psicológico, son los que dañan la estabilidad psicológica, la personalidad, la dignidad o integridad del trabajador. Consiste en acciones de intimidación sistemática y persistente, tales como: descrédito, insultos, humillaciones, devaluación, marginación, indiferencia, comparaciones destructivas, rechazo, restricciones a la autodeterminación y amenazas, las cuales llevan al trabajador a la depresión, al aislamiento, a la pérdida de su autoestima.

El hostigamiento es otro factor importante en el que nos indica el ejercicio de poder en una relación de subordinado real de la víctima frente al agresor en el ámbito laboral, que se expresa en conductas verbales, físicas o ambas.

Por último, los malos tratos que son aquellos actos consistentes en insultos, burlas, humillaciones y/o ridiculizaciones del trabajador, realizados de manera continua y persistente (más de una vez y/o en diferentes ocasiones).

Ahora si analizamos todo lo que esta relacionado con la productividad, Jhon G. Belcher, dice que la productividad es la relación entre lo que produce una organización y los recursos requeridos para la producción. Otro concepto de productividad, la refiere como una relación entre los recursos utilizados y los productos obtenidos y denota la eficiencia con la cual los recursos –humanos, capital, conocimiento, energía, etc.- son usados para producir bienes y servicios en el mercado (Levitan, 1984).

Existen varios factores que afectan la productividad (Torres, 1997; Pedraza, 2001; Lenin, 2005), estos son factores internos que son: Terrenos y edificio, materiales, energía, máquinas y equipo, recurso humano. También están los externos: Disponibilidad de materiales o materia prima, mano de obra calificada e infraestructura existente. Los factores anteriormente mencionados son en los que nos vamos a apoyar para el cálculo de los índices de productividad en este estudio aplicado.

Como nos indican algunos autores el recurso humano es una factor importante el cual contribuye enormemente en la productividad organizacional, a este factor humano se le debe de dotar de un ambiente de trabajo seguro para resguardar la integridad de su persona así como los diseños de las cargas de trabajo requeridas para el control sobre las actividades y la posibilidad de desarrollo de la persona; son factores de la productividad que están relacionados con los factores de riesgo psicosocial, ya que si estos últimos están en un nivel mínimo o nulo pudieramos decir que la empresa es productiva y que esta utilizando al máximo a los empleados y estos a la vez se mantienen cumpliendo con los estándares requeridos por las organizaciones.

### *Objeto de estudio*

Ocho empresas industriales internacionales del sector industrial de tamaño mediano y grande con aproximadamente de 150 a 3000 empleados en promedio. Una es dedicada al armado total de un automóvil; otra al mantenimiento e instalaciones de grúas viajeras; fabricantes de interconexiones electrónicas incluyendo conectores de cables eléctricos y fibras ópticas; otra industria dedicada al diseño, ingeniería y manufactura; otra dedicada al servicios de conservación y mantenimiento; otra industria dedicada a la maquila y ensambles de cables y arneses; otra proveedora de alambres, fibra óptica, cables y sistema de cables y por último la de fabricación de productos metálicos.

*Descripción de las variables*

En el análisis de los factores de riesgos psicosocial, se aplicó el cuestionario para identificar los factores de riesgo psicosocial y evaluar únicamente lo que son las categorías de ambiente de trabajo y factores propios de la actividad (guía de referencia II, de la Norma Oficial Mexicana 035 (2018) de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social en México), ya que estas dos están relacionadas con la productividad organizacional. Los reactivos aplicados a la categoría de ambiente de trabajo que tiene el dominio de condiciones en el ambiente de trabajo son en relación con las condiciones peligrosas e inseguras, condiciones deficientes e insalubres y trabajos peligrosos. En la categoría de los factores propios de la actividad, esta tiene dos dominios que son carga de trabajo y falta de control sobre el trabajo, en esta categoría los reactivos son en relación con las cargas cuantitativas, ritmos de trabajo acelerado, carga mental, cargas psicológicas emocionales, cargas de alta responsabilidad y cargas contradictorias o inconsistentes; así como también la falta de control y autonomías sobre el trabajo, posibilidad de desarrollo y la capacitación. Todos estos reactivos en la norma que tenemos de referencia corresponden a los números: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 41, 42 y 43. Estos reactivos se evalúan como indican la tabla 1.

Ítems	Calificación de las opciones de respuesta				
	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33	0	1	2	3	4
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46	4	3	2	1	0

Tabla 1. Calificaciones. Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018

Después se analizan los resultados obtenidos en el instrumento aplicado y se realiza un promedio global para detectar en que nivel se encuentra la empresa y se compara con los criterios para calificación final que se encuentra en la tabla 2. Es importante recordar que solo vamos a evaluar dos categorías que son las de ambiente de trabajo y factores propios de la actividad.

Resultado del cuestionario	Nulo o despreciable	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Calificación final del cuestionario (Cfinal)	$C_{final} < 20$	$20 \leq C_{final} < 45$	$45 \leq C_{final} < 70$	$70 \leq C_{final} < 90$	$C_{final} \geq 90$

Tabla 2. Criterios para la calificación final. Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018

A partir del resultado de la calificación de cada cuestionario se deberá determinar y analizar el nivel de riesgo, así como las acciones que se deberán adoptar para el control de los factores de riesgo psicosocial, a través de un Programa de intervención para los niveles, nulo, bajo, medio, alto y muy alto, de acuerdo a los resultados con base en la Tabla 3.

Nivel de riesgo	Necesidad de acción
Muy alto (Rojo)	Se requiere realizar el análisis de cada categoría y dominio para establecerlas acciones de intervención apropiadas, mediante un Programa de intervención que deberá incluir evaluaciones específicas <sup>1</sup> , y contemplar campañas de sensibilización, revisar la política de prevención de riesgos psicosociales y programas para la prevención de los factores de riesgo psicosocial, la promoción de un entorno organizacional favorable y la prevención de la violencia laboral, así como reforzar su aplicación y difusión.
Alto (Mostaza)	Se requiere realizar un análisis de cada categoría y dominio, de manera que se puedan determinar las acciones de intervención apropiadas a través de un Programa de intervención, que podrá incluir una

	evaluación específica y deberá incluir una campaña de sensibilización, revisar la política de prevención de riesgos psicosociales y programas para la prevención de los factores de riesgo psicosocial, la promoción de un entorno organizacional favorable y la prevención de la violencia laboral, así como reforzar su aplicación y difusión.
Medio (Amarillo)	Se requiere revisar la política de prevención de riesgos psicosociales y programas para la prevención de los factores de riesgo psicosocial, la promoción de un entorno organizacional favorable y la prevención de la violencia laboral, así como reforzar su aplicación y difusión, mediante un Programa de intervención.
Bajo (Verde)	Es necesario una mayor difusión de la política de prevención de riesgos psicosociales y programas para: la prevención de los factores de riesgo psicosocial, la promoción de un entorno organizacional favorable y la prevención de la violencia laboral.
Nulo (Azul)	El riesgo resulta despreciable por lo que no se requiere medidas adicionales.

Tabla 3. Criterios de evaluación y programa de intervención. Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018

### Obtención de resultados

En cuanto a los riesgos psicosociales los resultados se muestran en la tabla 4; en relación a la categoría ambiente de trabajo observamos que el riesgo psicosocial es alto y esto es en relación al dominio de las condiciones en el ambiente de trabajo y las dimensiones que la integran (condiciones peligrosas e inseguras, condiciones deficientes e insalubres y trabajos peligrosos); en la categoría de los factores propios de la actividad el resultado de riesgo es medio, este se divide en dos dominios la carga de trabajo y la falta de control sobre el trabajo el riesgo en estos dos dominios fue medio.

Se aplicaron 307 cuestionarios y ninguno fue anulado.

Categoría	Dominio	Dimensión	Nivel riesgo por categoría	Nivel Por Dominio
<b>1. Ambiente de trabajo</b>	Condiciones en el ambiente de trabajo	Condiciones peligrosas e inseguras	Alto	Alto
		Condiciones deficientes e insalubres		
		Trabajos peligrosos		
<b>2. Factores propios de la actividad</b>	Carga de trabajo	Cargas cuantitativas	Medio	Medio
		Ritmos de trabajo acelerado		
		Carga mental		
		Cargas psicológicas emocionales		
		Cargas de alta responsabilidad		
		Cargas contradictorias o inconsistentes		
		Falta de control sobre el trabajo		
	Limitada o nula posibilidad de desarrollo			
	Limitada o inexistente capacitación			

Tabla 4. Resultados de los factores de riesgos psicosocial en promedio de las empresas en estudio. Fuente: Elaboración de los autores

## Comentarios finales

### Conclusiones

En relación a los factores de riesgo psicosocial en promedio las empresas tuvieron el siguiente resultado, en base a las categorías analizadas, el riesgo alto, corresponde a la de ambiente de trabajo que tiene que ver con condiciones en el ambiente de trabajo y esto se refiere a las condiciones peligrosas e inseguras, condiciones deficientes e insalubres y trabajos peligrosos. En la categoría de los factores propios de la actividad el resultado del riesgo es medio, este se divide en dos subcategorías (dominios) donde la carga de trabajo el resultado fue medio y la falta de control sobre el trabajo el riesgo resultó los trabajadores indican que son ritmos de trabajo acelerado, mucha carga mental así como carga psicológica emocional y cargas de alta responsabilidad, entre otros. En la dimensión también de esta categoría, en relación a la falta de control sobre el trabajo, el riesgo fue medio, lo cual indicaron que hay una limitada o nula posibilidad de desarrollo, limitada o inexistente capacitación y falta de control y autonomía sobre el trabajo. Estos resultados impactan directamente a la productividad debido a que los trabajadores sienten que no se pueden desarrollar más en la empresa no contando con la motivación necesaria de realizar las cosas bien, consideran que su puesto de trabajo es de riesgo que no están bien determinadas las cargas de trabajo y como se dijo anteriormente influye directamente a la productividad ya que el factor humano es uno de los elementos para la medición de la productividad, en lo cual las organizaciones deberán de revisar de nuevo los diseños de trabajos y los procedimientos establecidos así como las cargas de trabajo para bajar los niveles de riesgo psicosocial, rediseñándolos de nuevo.

### Recomendaciones

Se requiere revisar la política de prevención de riesgos psicosociales y programas para la prevención de los factores de riesgo psicosocial, la promoción de un entorno organizacional favorable y la prevención de la violencia laboral, así como reforzar su aplicación y difusión, mediante un Programa de intervención.

Así mismo se requiere de un análisis de los diseños de los puestos de trabajo y los procedimientos ya que estos se deben de estar mejorando conforme pasa el tiempo.

Proponer un plan de intervención para cada una de las organizaciones dependiendo de sus resultados individuales, incluyendo una campaña de sensibilización.

## Referencias

- Alby V. "Productivity: Measurement and Management. Transactions of AACE International; ABI/INFORM Global. 1994
- Belcher J.G. "Productividad total". 6ª Ed. Granica, 1992; 2:97.
- Caña Delgado José J. (2011). *Ergonomía en los sistemas de trabajo*. Granada, España.
- Chase, R. y Aquilano N. "Production and Operations Management Manufacturing and services". Eight edition. Irwin. United States. 1998
- David Bain. "Productividad. La solución a los problemas de la empresa" McGraw Hill. México 1995.
- Konz Stephan (1997). *Diseño de Sistemas de trabajo*. México.
- Kroemer –Elbert. *Ergonomics: How to design for ease & efficiency*. E.E.U.U.
- Lenin J. "La productividad en la Industria Eléctrica en su fase de Distribución en la División Centro Occidente de México" Instituto Politécnico Nacional. 2005
- Levitan, Werneke S. and al., "Productivity: Problems, prospects, and policies", The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1984
- Melo José L. *Ergonomía práctica. Guía para la evaluación ergonómica de un puesto de trabajo* Fundación MAPFRE. Cd. de Buenos Aires.
- Mondelo Pedro R., Gregori Enrique (1999). *Ergonomía 1. Fundamentos*. Barcelona, España.
- Pedraza, O. "Tesis: La productividad de las Micros y Pequeñas Empresas de la Industria Láctea en el Estado de Michoacán". Instituto Politécnico Nacional. 2001
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2019). *Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018, Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención*. México: MX.

Torres, Z. “Tesis: La productividad en las Industrias Micros y Pequeñas de Dulces y Chocolates, Ubicadas en el D.F. y Área Metropolitana”.  
Instituto Politécnico Nacional. 1997

Wolfgang L. y Vedder J. (2019) *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo. Capítulo: Herramientas y enfoque. Sumario*  
29.1.

# COMPROBACIÓN DE LA SIMILITUD DE LA DIMENSIÓN VERTICAL DE OCLUSIÓN EN RELACIÓN A DIVERSOS MÉTODOS EN PACIENTES DENTADOS

PSS José Luis Pelcastre Pérez<sup>1</sup>, Mtra. Ana Alicia Simg Alor<sup>2</sup>, Dr. Víctor Manuel Quirarte Echavarría<sup>3</sup>,  
Dra. Norma Idalia Orozco Orozco<sup>4</sup>, Dr. Luis Renán Rodríguez Pérez<sup>5</sup>,  
Dra. Norma Inés Gómez Ríos<sup>6</sup>, Dra. Fabiola Ortiz Cruz<sup>7</sup>

**Resumen---**La dimensión vertical oclusal (DVO) es una medición en sentido vertical en el plano frontal que establece la relación entre maxilar y mandíbula cuando los dientes están en oclusión, pudiendo ser naturales o protésicos.

**Objetivo:** Comparar la confiabilidad de los métodos existentes de recuperación de dimensión vertical.

**Metodología:** Se tomaron pacientes sanos en los cuales su dimensión vertical de oclusión es correcta, esta será la referencia con la cual se comparan los métodos. Si son confiables, tendrán que coincidir con la dimensión vertical oclusión del paciente

**Métodos utilizados:** Método de posición fisiológica de reposo, método de las proporciones faciales, método craneométrico de Knebelmam y método antropométrico de Ladda.

**Resultados:** El método de posición fisiológica de reposo fue el más cercano a una DVO del paciente.

**Conclusión:** Los métodos aplicados brindan resultados poco precisos.

**Palabras clave---**Dimensión vertical, oclusión, relación céntrica, medición

## Introducción

La dimensión vertical oclusal (DVO) es una medición en sentido vertical en el plano frontal que establece la relación entre el maxilar y la mandíbula cuando los dientes están en oclusión, pudiendo ser estos naturales o protésicos.

Determinar y registrar dimensión vertical oclusal adecuada es muy importante para la rehabilitación funcional y fisionómica del paciente.

Actualmente existen muchas técnicas para recuperar la DV, cada una con sus fundamentos; se debe decidir por algunas de las técnicas más versátiles para la práctica diaria, lo cual puede ser todo un reto. La DV se puede manejar clínicamente con restauraciones provisionales, una vez adaptado el paciente a esta nueva posición, se procede a realizar el tratamiento definitivo.

La determinación de la dimensión vertical suele ser un proceso difícil si no se tienen en cuenta los distintos métodos, los datos obtenidos en esta investigación podrán ser aplicados en los distintos tratamientos multidisciplinarios donde se haya perdido la relación de la dimensión vertical.

## Descripción del método

### Planteamiento del problema

El manejo de la dimensión vertical es un proceso complejo y difícil si no tenemos claro los principios y el procedimiento de trabajo.

<sup>1</sup> José Luis Pelcastre Pérez es PSS de la Licenciatura de Cirujano Dentista de la Facultad de Odontología, Campus Minatitlán, Universidad Veracruzana. México (Autor Corresponsal)

<sup>2</sup> Mtra. Ana Alicia Simg Alor es docente de tiempo completo de la Facultad de Odontología, Campus Minatitlán, Universidad Veracruzana. México. [asing@uv.mx](mailto:asing@uv.mx)

<sup>3</sup> Dr. Víctor Manuel Quirarte Echavarría es docente de asignatura de la Facultad de Odontología, Campus Minatitlán, Universidad Veracruzana. México. [vquirarte@uv.mx](mailto:vquirarte@uv.mx)

<sup>4</sup> Dra. Norma Idalia Orozco Orozco es docente de tiempo completo de la Facultad de Odontología, Campus Minatitlán, Universidad Veracruzana. México. [norozco@uv.mx](mailto:norozco@uv.mx)

<sup>5</sup> Dr. Luis Renán Rodríguez Pérez es docente de tiempo completo de la Facultad de Odontología, Campus Minatitlán, Universidad Veracruzana. México. [luisrodriguez@uv.mx](mailto:luisrodriguez@uv.mx)

<sup>6</sup> Dra. Norma Inés Gómez Ríos es docente de tiempo completo de la Facultad de Odontología, Campus Minatitlán, Universidad Veracruzana. México. [ngomez@uv.mx](mailto:ngomez@uv.mx)

<sup>7</sup> Dra. Fabiola Ortiz Cruz es docente de tiempo completo de la Facultad de Odontología, Campus Minatitlán, Universidad Veracruzana. México. [faortiz@uv.mx](mailto:faortiz@uv.mx)

Para analizar esta problemática es necesario mencionar las causas de los distintos métodos de obtención de dimensión vertical, cada uno de estos métodos son diferentes uno de otro, por sus distintas formas de aplicación, procesos, puntos anatómicos y cefalométricos.

Por ello la presente investigación tiene como objetivo conocer los distintos métodos y/o técnicas para recuperar la dimensión vertical, ya que un correcto diagnóstico y tratamiento de esta, nos permitirá obtener un mayor grado de éxito en la rehabilitación oral.

#### *Objetivo general*

- Analizar los distintos métodos existentes para determinar la dimensión vertical

#### *Objetivo específico*

- Determinar qué método es más sencillo en su aplicación.
- Identificar si los métodos empleados brindan los mismos resultados

#### *Selección de la muestra*

El estudio se realizó en 4 pacientes los cuales serán atendidos en la Universidad Veracruzana campus Minatitlán. Se explicó cada uno de los procedimientos a realizar, por otra parte, se solicitó firmar un formulario de consentimiento informado.

Los sujetos que participaron en la muestra fueron seleccionados de acuerdo a estos criterios: Poseer dentición natural completa, sin alteraciones en el plano oclusal  
Se excluye pacientes con patologías extra o intraorales, clase II, clase III, con rehabilitaciones protésicas.

#### *Metodología*

El procedimiento se realizó por un solo operador con conocimiento de las técnicas a realizar, así como el adecuado manejo de los materiales a utilizar.

Los métodos utilizados para determinar la dimensión vertical de oclusión fueron los siguientes: el método de posición fisiológica de reposo, el método de las proporciones faciales, método craneométrico de Knebelmam y método antropométrico de Ladda, ya que estos métodos sugieren una medida de la dimensión vertical de oclusión la cual podemos comparar con la medida existente de dimensión vertical de oclusión del paciente dentado.

#### *Ubicación del paciente y operador*

El paciente debe sentarse en posición derecha, sin uso del cabezal, con los ojos hacia el frente y las superficies oclusales de los dientes posteriores superiores deben estar paralelos al suelo.

La cabeza no debe estar inclinada hacia delante o hacia atrás y el paciente debe hablar de manera relajada pero rápida. El operador de pie se coloca frente o a un costado del paciente ubicando los puntos craneofaciales empleados en la técnica a aplicar.

#### *Procedimiento clínico y recolección de datos*

Se realizó la aplicación de 4 métodos y/o técnicas distintas de determinación de dimensión vertical en cada paciente, con ello se determinó cuales nos brindan resultados similares y la facilidad de su aplicación.

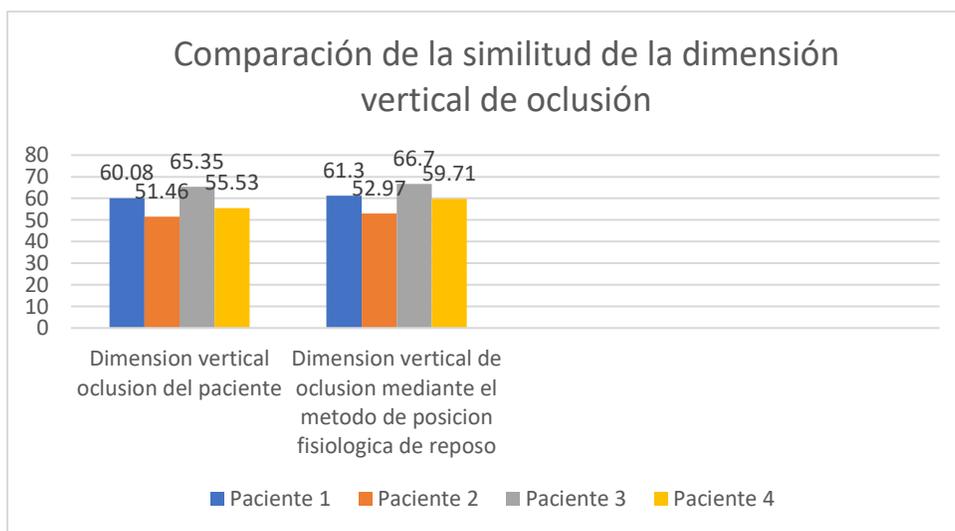
Se realizó un cuadro de obtención de datos, el cual fue llenado de manera manual durante el procedimiento realizado, al concluir se llenó la tabla en Word.

Al finalizar con los datos proporcionados se procedió a la realización de las gráficas empleando el programa Excel.

Presentación de resultados

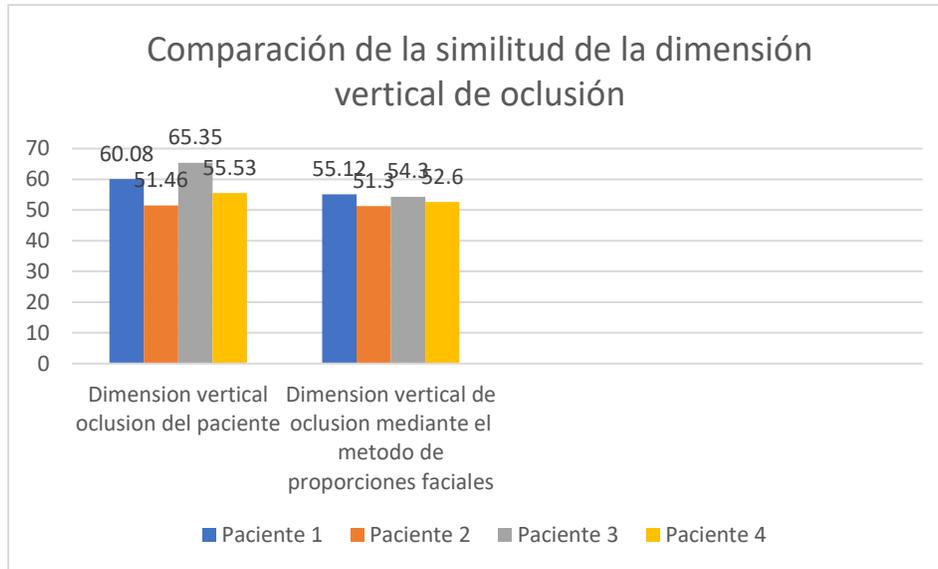
Métodos de determinación dimensión vertical	TABLA 1			
	Paciente 1	Paciente 2	Paciente 3	Paciente 4
Dimensión vertical oclusión en el paciente dentado	60.08	51.46	65.35	55.53
Dimensión vertical de oclusión por el Método de posición fisiológica de reposo	61.30	52.97	66.7	59.71
Dimensión vertical de oclusión por el Método de proporciones faciales	55.12	51.30	54.30	52.60
Dimensión vertical de oclusión por el Método craneométrico de Knebelmam	78.06	67.50	80.61	78.26
Dimensión vertical de oclusión por el Método Antropométrico de Ladda	61.22	60,57	80.70	58.48

Tabla 1.



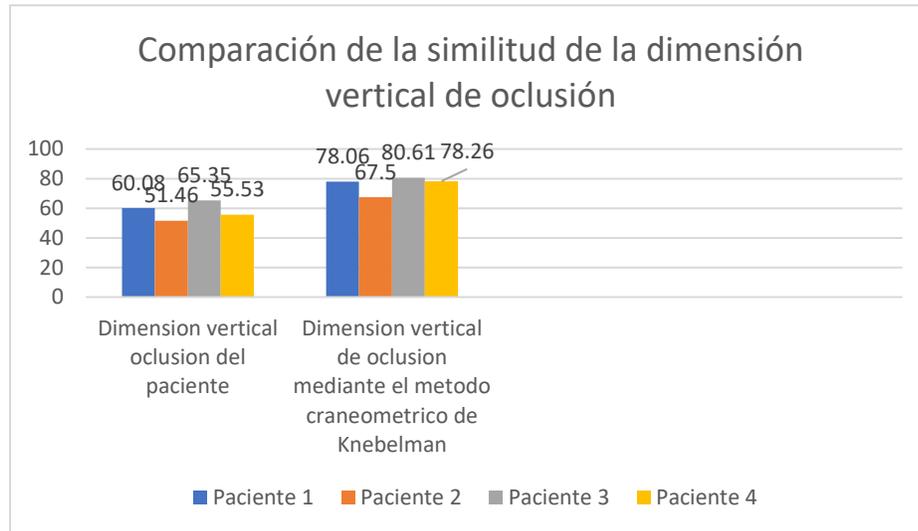
Grafica 1. Comparación de la similitud de la dimensión vertical de oclusión

En la gráfica 1 se compara la dimensión vertical de oclusión de paciente con la dimensión vertical de oclusión que indica el método de posición fisiológica de reposo, vemos que hay similitud en la dimensión vertical de oclusión, teniendo una discrepancia POSITIVA en promedio de 2.07 mm MAS entre la dimensión vertical del paciente y la del método. Cabe aclarar que el paciente 4 la discrepancia fue mayor de 4.18 mm lo cual elevo la discrepancia, los otros 3 pacientes tuvieron una discrepancia POSITIVA de 1.37 mm DE MAS quedando más cerca de la dimensión vertical de oclusión del paciente.



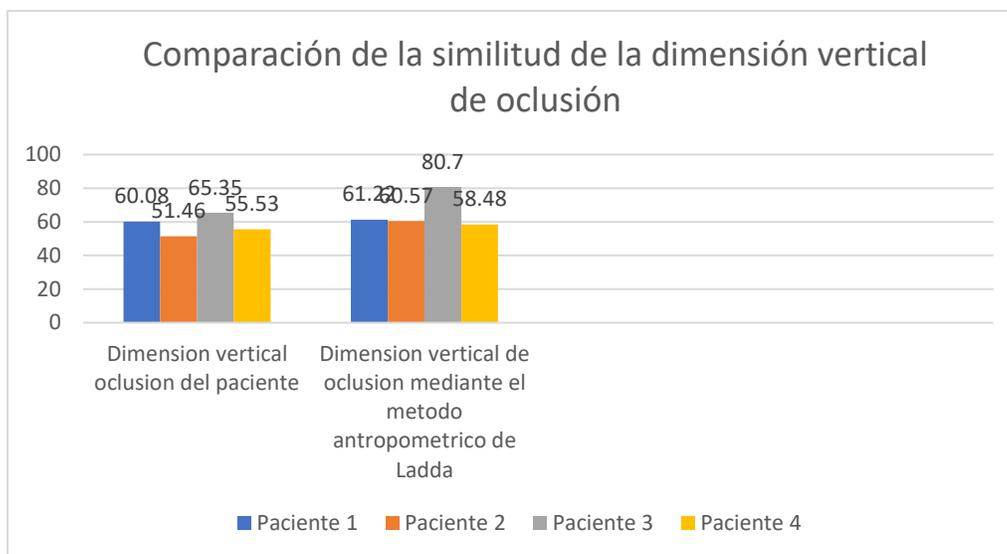
Grafica 2. Comparación de la similitud de la dimensión vertical de oclusión

En la gráfica 2 se compara la dimensión vertical de oclusión del paciente con la dimensión vertical de oclusión que indica el método de proporciones faciales, vemos que hay una discrepancia NEGATIVA en la dimensión vertical de oclusión, teniendo una discrepancia en promedio de 4.4 mm MENOS entre la dimensión vertical del paciente y la del método, alejando de la dimensión vertical de oclusión del paciente en un sentido NEGATIVO es decir marca MENOS distancia.



Grafica 3. Comparación de la similitud de la dimensión vertical de oclusión

En la gráfica 3 se compara la dimensión vertical de oclusión del paciente con la dimensión vertical de oclusión que indica el método craneométrico de Knebelman, vemos que hay una discrepancia POSITIVA en la dimensión vertical de oclusión, teniendo una discrepancia en promedio de 18 mm MAS entre la dimensión vertical del paciente y la del método, alejando de la dimensión vertical de oclusión del paciente en un sentido POSITIVO es decir marca MAS distancia.



Grafica 4. Comparación de la similitud de la dimensión vertical de oclusión

En la gráfica 4 se compara la dimensión vertical de oclusión del paciente con la dimensión vertical de oclusión que indica el método antropométrico de Ladda, vemos que hay una discrepancia POSITIVA en la dimensión vertical de oclusión, teniendo una discrepancia en promedio de 7.66 mm MAS entre la dimensión vertical del paciente y la del método, alejando de la dimensión vertical de oclusión del paciente en un sentido POSITIVO es decir marca MAS distancia.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Algunos estudios argumentan que no existe una forma precisa de poder determinar la dimensión vertical, y que los métodos aplicados son variables ya que los puntos anatómicos utilizados en estos se ven afectados por diferentes factores como la edad, problemas musculares, alteraciones faciales o morfológicas.

Con base en los resultados obtenidos y fuentes de investigación recabadas no existe un método preciso para la obtención de la dimensión vertical, el uso de más de un método de determinación nos brinda un resultado más confiable.

#### Conclusiones

Del estudio realizado con la aplicación de algunos métodos sobre determinación de dimensión vertical en cuatro pacientes con características oclusales estables y sin ningún tipo de alteración, se llegó a la conclusión que los métodos aplicados brindan resultados poco precisos, obteniendo que el método de posición fisiológica de reposo, es el más cercano a la dimensión vertical de oclusión del paciente, por otra parte el método de craneométrico de Knebelman y antropométrico de Ladda brindan resultados con un rango de diferencia más alto y en el método de proporciones faciales, la dimensión vertical de oclusión resulta menor que la que tiene el paciente dentado.

### Referencias

Quiroga, R., Sierra M., del Pozo J. & Quiroga R. (octubre 25, 2016). *Dimensión vertical oclusal: comparación de 2 métodos cefalométricos*. Rev. Clin Periodoncia Implanto Rehab Oral, volumen 9, pp.264-270.

Mallat, E. (25 de diciembre 2016). Los 20 pasos en los aumentos de la dimensión vertical de oclusión (I). 06 de septiembre 2018, de artículo científico Sitio web: <http://prosthodonticsmcm.com/los-20-pasos-en-los-aumentos-de-la-dimension-vertical-de-oclusion-i/>

Espinosa-Valarezo, Juan Carlos, Iribarra-Mengarelli, Roberto, & González-Bustamante, Héctor. (2018). Métodos de evaluación de la Dimensión Vertical Oclusal. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 11(2), 116-120. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-01072018000200116>

Pacheco, N. & Morales, J.. (2015). *Libro electrónico de oclusión*. Facultad de Odontología: Universidad Nacional Autónoma de México. pp.168

# Implementación de un Sistema de Vídeo Vigilancia para Vehículos de Gama Media-Baja

José Luis Pérez Avila<sup>1</sup>, Marco Aurelio Nuño Maganda<sup>2</sup>,  
Yahir Hernández Mier<sup>3</sup> y Said Polanco Martagon<sup>4</sup>

**Resumen**—En la actualidad, el robo de vehículos o de pertenencias al interior es una preocupación en los automovilistas. Se propone una aplicación móvil ejecutada en un teléfono inteligente camuflado al interior de la cabina, continuamente captura imágenes. La aplicación móvil procesa datos en tres fases: 1) enrolamiento, en la cual se detectan los rostros del piloto y copiloto dentro del vehículo y se guardan dichas imágenes para su ajuste, normalización y creación de una base de datos de usuarios permitidos.; 2) entrenamiento, que entrena un algoritmo de reconocimiento basado en los usuarios permitidos., y 3) reconocimiento, que utiliza el modelo obtenido previamente para reconocer usuarios permitidos, y emitir una alerta en caso de que un usuario no identificado ingrese a la cabina del vehículo, notificando a algún usuario conocido si hay un problema de seguridad. Se han hecho pruebas preliminares que dan evidencia de la factibilidad del prototipo.

**Palabras clave**— Dispositivo Móvil, Vehículos, Reconocimiento Facial, Vídeo Vigilancia.

## Introducción

Las cifras de robo de vehículos en lo que va del año 2020 es de 87,229 en toda la república según la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana (SSPC), lo cual causa un gasto para las aseguradoras de los vehículos y una pérdida del patrimonio de las familias afectadas por tal acto. De la misma forma, el robo de piezas del interior del vehículo hace notar que los sistema de seguridad o alarma no son lo suficientemente útiles para combatir estos siniestros SSPC (2020).

En la actualidad el uso de dispositivos móviles inteligentes se ha convertido en una herramienta cotidiana para la mayoría de las personas, la mayoría de estos dispositivos cuentan con, cámaras integradas, memoria interna y/o externa, GSM (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles), GPS (Global Positioning System, entre otros sistemas. Los entornos de desarrollo como Android Studio han hecho que el realizar aplicaciones utilizando las diferentes funciones y sistemas del dispositivo móvil sea fácil de entender e implementar descrito por Arturo Baz Alonso et al (2011).

Se presenta en este documento un sistema biométrico implementado en un dispositivo móvil con sistema operativo Android, el cual está basado en el reconocimiento facial, usando la API (Application Programming Interface) de google para la localización de rostros y una de sus funciones que es LandMarks, el cual nos ofrece puntos como los ojos, nariz, boca, orejas que pueden ser utilizados como características de cada rostro. También se utilizó un algoritmo para la alineación vertical de estos y la normalización de tamaño de imagen.

## Trabajo Relacionado

### *Métodos de Reconocimiento Facial*

Los sistemas de detección facial han sido mejorados para poder dar una mayor precisión al detectar he identificar a una o varias personas, este sistema se ha implementado para la identificación personas en teléfonos celulares, edificios de seguridad o gobierno, bancos para identificar ladrones o asaltantes de tal forma que su precisión para identificar a la persona es arriba del 80 %.

Existe un gran numero de trabajos que han desarrollado diferentes métodos para el reconocimiento facial, con reportes de resultados de 95 % de reconocimiento correcto en almacenes de datos de menos de 50 usuarios Jeffery Huang Patrick P. (1997). También hay que tener en cuenta que el proyecto se implementará en una computadora embebida por lo que colocar un programa que ocupe demasiado procesamiento podría no ser de utilidad.

1 Ing. José Luis Pérez Ávila es Estudiante de Maestría en Ingeniería en Sistemas Inteligentes en la Universidad Politécnica de Victoria, Tamulipas, México [jlperaza.95@gmail.com](mailto:jlperaza.95@gmail.com) (autor correspondiente)

2 Dr. Marco Aurelio Nuño Maganda es Profesor de Posgrado en la Universidad Politécnica de Victoria, Tamaulipas, México [mnuenom@upv.edu.mx](mailto:mnuenom@upv.edu.mx)

3 Dr. Yahir Hernández Mier es Profesor de Licenciatura en la Universidad Politécnica de Victoria, Tamaulipas, México [yhernandezm@upv.edu.mx](mailto:yhernandezm@upv.edu.mx)

4 Dr. Said Polanco Martagon es Profesor de Posgrado en la Universidad Politécnica de Victoria, Tamaulipas México [spolancom@upv.edu.mx](mailto:spolancom@upv.edu.mx)

*Métodos utilizados para el reconocimiento facial:*

- **Análisis de Componentes Principales en 2 Dimensiones:**

Trabaja con la matriz de imágenes completamente sin cambiarla a un solo vector, puede construir directamente una matriz de covarianza de una imagen directamente usando la matriz original de la imagen siendo mas pequeño que la matriz de covarianza de la imagen que construye PCA así lo menciona Khalid M. Hosny y Mohamed Abd Elaziz (2019).

- **Red Neuronal Convolutacional:**

Esta red extrae, de manera eficiente, una gran cantidad de características en una jerarquía de capas, con las cuales al introducir una imagen este calculara donde es donde debe quedar esa imagen para su clasificación o en este caso su identificación Rajeev Ranjan et al (2018).

- **Análisis de Componentes Independientes.**

Se utilizó una derivación de este método que es el principio de transferencia de información optima, el cual tiene 2 arquitecturas diferentes, una que utiliza las imágenes como variables aleatorias y los pixeles como salida, y la segunda que usa los pixeles como variables aleatorias y las imágenes como salida. La primer arquitectura encuentra en las bases de una imagen el rostro y la segunda arquitectura produce un código factorial del rostro Khalid M. Hosny y Mohamed Abd Elaziz (2019).

**Sistema Propuesto**

El sistema de vídeo vigilancia se diseñó en tres fases fundamentales que se muestran en la figura 1.

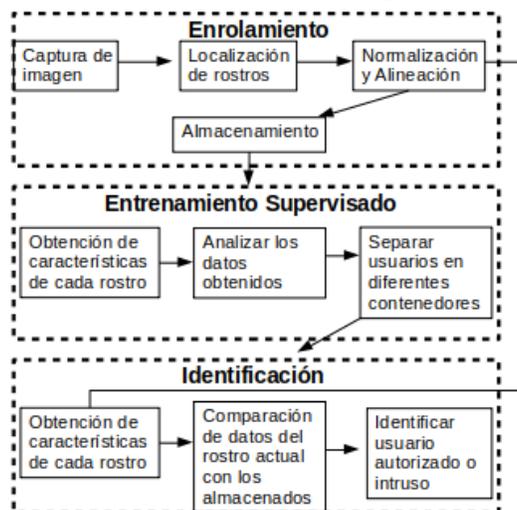


Figura 1. Fases fundamentales del sistema de vigilancia.

*Fase de enrolamiento:*

- **Captura de Imágenes:**

Para la captura de imágenes por medio de un dispositivo inteligente se necesita de ciertos permisos que debe otorgar el usuario, ya que, usará funciones que el dispositivo ya tiene predeterminadas. Esta captura se puede realizar según la función requerida, para fines de este sistema la captura de imágenes se debe llevar a cabo de manera automática y cada cierto tiempo determinado, con el objetivo de reducir el lapso de tiempo en que se pueda perder información sobre lo ocurrido en el entorno.

- **Detección Facial:**

Una gran cantidad de algoritmos para la detección de rostros han sido desarrollados, en este sistema se implementó la API de Google Face para la detección de rostros, el cual esta basado en PCA (Principal Component Analysis), este sistema detecta algunos puntos de referencia como los ojos, nariz, puntos de la boca, orejas con los que delimita una zona específica donde se encuentra el rostro que esta en la imagen y son obtenidos por la función LandMarks.

- **Normalización:**

La normalización es usada para mantener todas las imágenes en el mismo tamaño de pixeles para ser analizadas de la misma manera con las demás. La resolución que tendrán las imágenes será de 320\*240 pixeles.

- **Alineación:**

La implementación de un sistema de alineación ofrece que los rostros se encuentren en un ángulo similar para su análisis y comparación con otros rostros, para aumentar la precisión de nuestro sistema al momento de encontrarse en la fase de reconocimiento. Se basa en tomar el punto medio entre los puntos de los ojos, la nariz y el punto medio entre las esquinas superiores de la imagen, obteniendo así un ángulo en el que se girará esta para estar completamente alineada.

$$\frac{X_{ojoD} + X_{ojoI}}{2} = X_{mOjos} \quad (1.1)$$

$$\frac{Y_{ojoD} + Y_{ojoI}}{2} = Y_{mOjos} \quad (1.2)$$

$$\sqrt{X_{nariz} - X_{mOjos}} + \sqrt{Y_{nariz} - Y_{mOjos}} = Dis_{nO} \quad (1.3)$$

$$\sqrt{\left(\frac{X_{nariz} - X_{img}}{2}\right)^2 + Y_{nariz}^2} = Dis_{nImg} \quad (1.4)$$

$$\cos^{-1}\left(\frac{Dis_{nO}}{Dis_{nImg}}\right) = Ang_{giro} \quad (1.5)$$

Las ecuaciones para el alineamiento de los rostros están dadas por:

La ecuación 1 obtiene el punto medio en X entre los Ojos del rostro.

La ecuación 2 obtiene el punto medio en Y entre los Ojos del rostro.

La ecuación 3 calcula la pendiente que hay entre los puntos (X,Y) de la nariz y la media de los ojos.

La ecuación 4 calcula la pendiente que hay entre los puntos (X,Y) de la nariz a el centro superior de la imagen capturada.

La ecuación 5 calcula el ángulo que hay entre las 2 pendientes mencionadas en la ecuación 3 y 4 para saber el ángulo de giro para la alineación.

- Almacenamiento:

El almacenamiento de las imágenes depende de la localización de los rostros en la imagen, esto para poder diferenciar entre las imágenes de los pilotos y copilotos que serán autorizados y serán almacenados en contenedores dentro de la memoria del dispositivo móvil para después obtener un análisis de las imágenes.

#### *Fase de Entrenamiento*

- Obtención de características:

Se analizará cada rostros obtenido sus características únicas, usando las referencias que nos ofrece la función LandMarks, y calculando distancias entre ojos, nariz, boca, orejas, etc. Para esto se necesita que los rostros cuenten con una normalización adecuada debido a que el hecho de encontrar un rostro inclinado puede darnos un calculo erróneo y marcar un falso positivo en el sistema. Por consiguiente estos datos de cada rostro deberán ser almacenados en una base de datos para su análisis.

- Análisis de los datos obtenidos:

Al tener la información de cada rostro se realizara un modelo en base un aprendizaje supervisado. El aprendizaje supervisado se basa en decirle al sistema que rostro es de la misma persona y cuales son diferentes para que el sistema pueda clasificarlos de una mejor manera y poder usar un modelo en el cual pueda identificar cada rostro que se obtenga en el futuro.

- Separación de usuarios en diferentes contenedores:

La separación de usuarios se usará para la siguiente fase de identificación, esto ayudará en la comparación de rostros nuevos con los que se tienen en los contenedores. Los contenedores serán carpetas nombradas según la localización que se obtuvo en la imagen inicial para decidir si es piloto o copiloto y dentro de estas según el numero de usuario en el que se haya encontrado.

- *Fase de identificación.*

Al finalizar la fase de entrenamiento del sistema, cada imagen recibida será pasada por la fase de enrolamiento y por consiguiente a la fase de identificación.

- Obtención de características:

La obtención de características será la misma que se mencionó en la fase de entrenamiento y así poder ser comparadas las imágenes.

- Comparación de los datos de los rostros actuales con los almacenados:

Cada rostro encontrado en el habitáculo según su localización (piloto y copiloto) será analizado en los contenedores que correspondan para así eficientar la identificación.

- Identificar usuarios autorizados o intrusos:

Al momento en el que el sistema encuentra una similitud del 90% con un usuario autorizado, el sistema solo seguirá tomando imágenes sin alertar nada. Por lo contrario que no se encuentre una similitud del rostro obtenido con los actuales, se procederá a mandar una alerta vía Internet al usuario que se indique como dueño del vehículo o una persona secundaria.

El sistema debe estar preparado para ciertos escenarios claves en los que debe de activar la función de alarma y en los que simplemente puede quedarse sin hacer nada, pero siempre debe de analizar las variables que se verán en el cuadro 1.

Estado del vehículo	En Movimiento	Usuario autorizado	Usuario Desconocido	Descripción de escenarios donde se activa alarma
Apagado	No	No	Si	Posible robo de autopartes.
Apagado	No	Si	Si	Posible secuestro o asalto.
Apagado	Si	No	No	Posible robo del vehículo.
Apagado	Si	No	Si	Posible robo del vehículo.
Apagado	Si	Si	No	Posible robo y secuestro.
Apagado	Si	Si	Si	Posible robo y secuestro.
Encendido	No	No	Si	Posible robo del vehículo.
Encendido	No	Si	Si	Posible asalto y probabilidad de robo
Encendido	Si	No	No	Posible robo.
Encendido	Si	No	Si	Robo del vehículo.
Encendido	Si	Si	Si	Posible robo y secuestro.

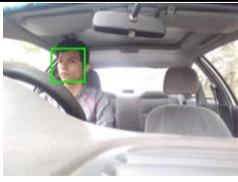
Cuadro 1: Escenario posibles en los que se pudiera encontrar el vehículo.

En el cuadro 1, se muestran los escenarios que el sistema debe de analizar para poder tomar una decisión sobre mandar o no la alarma al dueño del vehículo o a un segundo usuario. La alarma deberá llevar información sobre el escenario que se está llevando a cabo con imágenes sobre el sospechoso y el estado del vehículo y estos dos usuarios poder realizar las operaciones correspondientes de alertar a seguridad pública o simplemente desistir de la alerta. También existen escenarios donde no hay activación de la alarma y esos son cuando no se encuentran usuarios desconocidos ni movimiento del vehículo y/o movimiento en el vehículo.

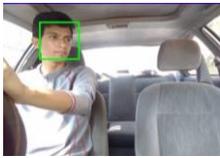
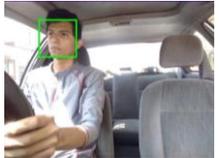
### Resultados

Utilizando la API de Google, para la localización de rostros bastante precisa ya que puede identificar rostros en ángulos inclinados o sin que la vista este directamente hacia la cámara, pero tiene ciertos inconvenientes como los que se muestran en la Cuadro 2. Hay ocasiones en las no se logra una detección del rostro por falta de iluminación y esto provoca que el sistema falle al momento de la detección. También podría ser un problema al momento de analizar los rostros que un rostro tenga un ángulo poco frontal debido a que las características de este cambian de manera radical al querer usar la funciones de LandMarks a pesar de que estas siempre marcan los puntos de referencia estos puntos pueden estar desfasados de manera considerable en una imagen de un rostro estando de perfil. Los problemas de las imágenes pudieran surgir en horas nocturnas entre 8:00 de la noche y 5:00 de la mañana pero también en horarios de 6:00 a 8:00 am, y 6:00 pm a 8:00 pm debido a que es cuando el sol tiene un ángulo en el cual puede afectar directamente al lente de la cámara y por consiguiente causar una iluminación en la que no pueda identificar algún rostro dentro del habitáculo.

Rostros encontrados	Rostros en la imagen	Descripción	Imagen
2	2	Dos usuarios dentro del vehículo con sus rostros observando diferentes ángulos.	

1	1	Un solo usuario encontrado viendo al frente.	
0	1	Un usuario con vista al frente pero con poca iluminación.	
1	1	Un usuario con vista de perfil y con iluminación normal.	

Cuadro 2: Resultados de los rostros obtenidos por la API de Google.

Duración de las capturas	Imágenes Capturadas	Uso de Soporte	Imágenes	
1:30	6	Si		
1:30	6	No		

Cuadro 3: Uso de Soporte para dispositivos móviles.

En el cuadro 3 se muestra la diferencia en imágenes al usar un soporte para dispositivos móviles contra imágenes donde no se uso. La ventaja de usar soporte es que no importa si la persona piloto es de estatura menor a 1.70 metros, el sistema será capaz de detectarla e identificarla, por otro lado sin el uso de soporte el volante podría llegar a obstruir la visión y no alcanzar a detectar un piloto. También la desventaja de usar un soporte es que se pretende que el dispositivo no se encuentre a la vista, por lo que se colocara en un sitio estratégico para cubrir, lo mejor posible el área deseada. En ambos casos la detección de rostros fue precisa por el sistema y la toma de imágenes en tiempos determinados también. El sistema toma fotografías cada en un lapso de 15 segundos para evitar perder información valiosa que se necesite, en caso de la foto no ser necesaria se descartará la imagen.

Los resultados en la fase de reconocimiento son los siguientes; utilizando 100 imágenes de rostros de cada personas, esto hace que el modelo sea mas eficiente al momento de identificar personas, también es capaz de captar a mas de 1 rostros e identificarlos de manera diferente. El sistema trabaja utilizando Tensorflow, el cual al obtiene características de cada fotos para así poder realizar el modelo que se usa para la identificación. Las características que obtiene son algunos puntos del rostro (LandMarks) y calculando su posicionamiento y distancia entre los mismo. En el cuadro 4 podremos observar el funcionamiento de este sistema de reconocimiento.

Actividad	Imagen
-----------	--------

<p>Imágenes para entrenamiento</p>	
<p>LandMarks</p>	
<p>Reconocimiento</p>	

Cuadro 4: Funcionamiento del sistema de reconocimiento.

### Conclusión

#### Resumen de resultados

En este trabajo se llevó a cabo el análisis de un sistema de video vigilancia para vehículos de gama media-baja con diferentes escenarios posibles, de forma que utilizando la API de Google para la detección de rostros se pudiera hacer una aplicación para dispositivos inteligentes, debido a que estos cuentan con las funciones de cámara y captura de fotos pero también con módulos GPS Y GSM para recibir la ubicación y mandar información a la nube. Utilizando un método de captura automática de imágenes a través del dispositivo para que cada cierto tiempo tome una imagen y esta pueda ser analizada por las diferentes fases desarrolladas.

#### Conclusiones

Con los resultados obtenidos se procederá a encontrar una localización fiable para que el sistema sea capaz de detectar a cualquier personas sin importar su estatura y evitar de mejor manera la perdida de información. También no es posible usar métodos que necesiten mucho procesamiento debido a que es posible que reduzca la capacidad del dispositivo móvil en otras áreas. El trabajo con la fase de identificación puede identificar personas hasta 95% de las veces. Se hicieron pruebas con diferente cantidad de imágenes para ver como se comportaba el identificador y reconocía con un máximo de 75% con al rededor de 60 imágenes por rostros pero aun así al mover el angulo del rostro podría llegar a marcar un verdadero negativo, identificar a una persona que no es en verdad.

#### Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse en buscar una manera para que el dispositivo pueda funcionar a cualquier hora del día, evitando que se pierda la información por una iluminación pobre o que haya mucha luz en una imagen. Esto debido a que es importante que el sistema siempre este informado de lo que sucede en el entorno.

Otra área en la que puede enfocarse el interesado es en la precisión del sistema al identificar, como se menciono hay una gran variedad de métodos que se pudieran utilizar, en esta investigación se uso el de PCA por su eficiencia y precisión de uso, también debido a que se cuenta con una librería para utilizarse en Android.

### Referencias

Secretaría Seguridad y Protección Ciudadana. Informe mensual Octubre 20.10.20, 2020, [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/586567/Informe\\_Mensual\\_Octubre\\_20.10.20\\_compressed.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/586567/Informe_Mensual_Octubre_20.10.20_compressed.pdf)

Arturo Baz Alonso, Irene Ferreira Artime, María Álvarez Rodríguez, Rosana García Baniello. Dispositivos móviles. *EPSIG Ing. Telecomunicación Universidad de Oviedo*, 2011.

Phillips P. Jonathon, et al. The FERET database and evaluation procedure for face-recognition algorithms. *Image and vision computing*, vol. 16, no 5, p. 295-306, 1998.

Hosny Khalid M.; Elaziz Mohamed Abd. Face Recognition Using Exact Gaussian-Hermit Moments. En *Recent advances in computer vision*. Springer, Cham. p. 169-187, 2019.

Ranjan Rajeev, et al. Crystal loss and quality pooling for unconstrained face verification and recognition. *arXiv preprint arXiv:1804.01159*, 2018

# RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA: PAUTAS PARA UNA GESTIÓN ESTRATÉGICA

Dr. Manuel Angel Pérez Azahuanche<sup>1</sup>, Dr. Enaidy Reynosa Navarro<sup>2</sup>

**Resumen**— En los últimos años, las universidades se han visto en la necesidad de modificar sus procesos de enseñanza y aprendizaje, alineándolos a estándares que establecen los más exigentes modelos de calidad; además, han implementado modelos educativos orientados a la formación general e integral de sus estudiantes. Sin embargo, la articulación de la investigación con la responsabilidad social y con la sociedad, sigue resultando un reto complejo. Esta propuesta plantea pautas específicas que orientan un modelo de gestión universitaria socialmente responsable, con acciones permanentes dentro y fuera de las aulas. Esta investigación tiene como propósito desarrollar una cultura de respeto que evalúe los impactos que generan las acciones de cada persona, evitando o minimizando aquellos que perjudican a la sociedad. Se fundamenta en el enfoque humanista y fomenta el aprendizaje significativo y vivencial a través de un currículo por competencias que involucra gestiones académicas y administrativas.

**Palabras clave**— responsabilidad social, gestión educacional, gestión de la investigación, formación profesional superior, valores sociales.

## Introducción

Los cambios cada vez más frecuentes que causan las nuevas tecnologías, la evolución en el mundo del conocimiento y las nuevas formas de vida, han originado en el campo educativo universitario novedosas maneras de abordar y ejecutar sus procesos académicos y administrativos. En lo académico, las innovaciones surgen como una necesidad de cubrir las brechas que producen las nuevas demandas sociales y exigencias del mundo laboral; y en lo administrativo, con la incorporación de procesos de gestión institucional que viabilicen toda acción de manera estratégica y oportuna. Como consecuencia y en ese marco, desde inicios de la pasada década se viene aplicando gradualmente en Perú el enfoque por competencias, de origen europeo y con resultados favorables en muchos países del mundo. A la fecha, en Perú todas las instituciones y en todos los niveles educativos han optado por su implementación, resulta ser la forma más eficiente de lograr la formación integral de los estudiantes. La formación profesional, ha evolucionado y se ha orientado a preparar personas competentes, exitosas económicamente, pero sobretudo ciudadanos responsables socialmente, comprometidos con su comunidad; aplicando estrategias como la que propone Bicoocca-Gino (2017), quien sugiere aplicar un enfoque curricular no reduccionista de la educación humana, que incorpore saberes no instrumentales, como las artes y las humanidades por ejemplo; y al mismo tiempo influyan en el desarrollo de la racionalidad y la existencia de la persona. Es así como las universidades adecuan sus procesos, y se alinean a parámetros de calidad para conseguir estos objetivos. El Centro Interuniversitario de Desarrollo (Cinda) y el Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa (Sineace), convergen en sus propósitos de calidad, el primero promueve vínculos entre las universidades para generar, sistematizar y difundir conocimientos que contribuyan al desarrollo de políticas de educación superior y de la gestión universitaria, mientras que el segundo pretende asegurar la calidad del servicio educativo en las universidades.

Asimismo, la formación profesional fundamentada en valores ha constituido y constituye un gran reto para las universidades de Perú y América Latina en general; la necesidad de formar personas íntegras y responsables socialmente originó en noviembre de 2016, la creación de la Unión de Responsabilidad Social Universitaria Latinoamericana (Ursula); esta unión está conformada por una red de universidades, gobiernos, organizaciones de la sociedad civil, instituciones y empresas de Latinoamérica, comprometidas con analizar, reflexionar y contribuir en los comportamientos sobre su propio contexto territorial; Ursula reflexiona sobre el rol de las universidades, sus estrategias y metodologías para concretar una agenda ética y solidaria a mediano y largo plazos (Gaete Quezada & Álvarez Rodríguez, 2019). La responsabilidad social requiere de mayor compromiso de parte de la comunidad universitaria, quienes deben asumir y cumplir su rol trascendental. En consecuencia, esta propuesta presenta pautas específicas y estratégicas para desarrollar y evidenciar en estudiantes y docentes de América Latina una cultura de respeto y valoración a la sociedad, que evalúe los impactos generados por las personas en su marco sociocultural a fin de minimizar los negativos. Así como valorar y potenciar aquellos que favorecen a la humanidad.

Así, las universidades que por definición constituyen comunidades académicas orientadas a la investigación

---

<sup>1</sup> Dr. Manuel Angel Pérez Azahuanche es Profesor de Investigación en la Universidad César Vallejo, Filial Trujillo, Perú [mpereza@ucv.edu.pe](mailto:mpereza@ucv.edu.pe) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Dr. Enaidy Reynosa Navarro es Profesor de Investigación en la Universidad César Vallejo, Filial Trujillo, Perú [ereynosa@ucv.edu.pe](mailto:ereynosa@ucv.edu.pe)

y la docencia, asumen la educación como un derecho fundamental y se basan en la formación humanista, científica y tecnológica (Congreso de la República, 2014); en su compromiso con la sociedad, fortalecen sus contribuciones al progreso de su contexto y se benefician con el retorno del conocimiento a la humanidad; por tanto, han incorporado en su misión la responsabilidad social como un ejercicio inherente, consiguiendo que los objetivos sociales, financieros y de aumento de valor, adquieran un carácter estratégico para las instituciones (Aldeanueva Fernández & Jiménez Quintero, 2014). También, inician sus acciones definiendo su modelo educativo, establecen sus perfiles de egreso, basados en competencias genéricas que involucran el marco axiológico, y competencias específicas de la especialidad o programa, los mismos que determinan la idoneidad formativa de los estudiantes (CINDA, 2017).

### **Metodología**

Es un estudio cualitativo de tipo propositivo basado en el análisis de la normatividad nacional e internacional que rige la Responsabilidad Social Universitaria, se centra en los estándares del modelo de acreditación propuesto por el Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa, Perú; asimismo en La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible tomando como referencia sus objetivos. Para la fundamentación teórica se recurrió a publicaciones relevantes al tema, asumiendo las normatividades como fundamento principal para el presente estudio.

### **Desarrollo**

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada en septiembre de 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, establece una visión transformadora para un crecimiento económico, social y ambiental de los 193 estados miembros que la suscribieron; es la guía de referencia para el trabajo de las instituciones en pos de su visión en la próxima década. Esta nueva hoja de ruta presenta una oportunidad extraordinaria para América Latina y el Caribe, ya que incluye temas altamente prioritarios como la reducción de la desigualdad en todas sus dimensiones, un crecimiento económico inclusivo con trabajo decente para todos, ciudades sostenibles y atención al cambio climático, entre otros. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) asociados a esta agenda ayudan a evaluar el punto de partida de los países de la región, a analizar, formular e implementar medios y formas para alcanzar esta nueva y ansiada visión. La Agenda constituye una herramienta de planificación para los países, gracias a su perspectiva a largo plazo, hacia un desarrollo sostenido, inclusivo y en armonía con el medio ambiente a través de políticas públicas e instrumentos de presupuesto, monitoreo y evaluación. La Agenda 2030 pone la dignidad y la igualdad de las personas en el centro, demanda la participación de todos los sectores de la sociedad y del Estado para su implementación; invita a los representantes de los Gobiernos, la sociedad civil, el ámbito académico y el sector privado a apropiarse de esta, a debatirla y utilizarla como una herramienta para la creación de sociedades inclusivas y justas, al servicio de las presentes y futuras generaciones (Naciones Unidas, 2017).

El modelo educativo por competencias, relaciona íntimamente el desarrollo socioeconómico y los requerimientos del mundo productivo con los propósitos de los programas de estudios de las universidades, estableciendo un mayor vínculo entre lo que se necesita, forma, especializa y se perfecciona en las aulas. Franco Moreno (2017), destaca que la formación por competencias profesionales se debe realizar siguiendo lineamientos académicos fundamentados y adaptados que funcionen en contexto a través de un enfoque socioformativo de competencias. Este enfoque ha tomado relevancia en los últimos años y se basa en el cognitivismo y el constructivismo que fundamentan la adquisición y empleo del conocimiento; así como el rol del estudiante como promotor y gestor de su conocimiento, respectivamente (Gallego & Araque, 2019). Competencia es un término que se introduce y asocia al proceso de formación académica, para destacar las habilidades y destrezas que el estudiante logrará en su proceso de formación (Tobón Tobón, 2005). Un profesional será competente si conoce, procede y actúa adecuadamente en un determinado contexto laboral; aplica estrategias metacognitivas y se desempeña evidenciando planeación, monitoreo y evaluación; además, sabe armonizar aspectos intelectuales, humanos, sociales y profesionales; que se integra, relaciona y convive con los demás seres humanos. En consecuencia, las universidades plantean la formación integral de sus estudiantes, a través de procesos continuos, permanentes y participativos orientados al desarrollo armónico y coherente de todas las dimensiones como ser humano; considera la ética, la comunicación, lo afectivo, lo espiritual, lo social y lo cognitivo para su plena realización. Para lograr tal fin, Sineace (2016) señala cinco aspectos que los define como factores, estos son el proceso enseñanza aprendizaje que lo articula con la investigación, el desarrollo tecnológico, la innovación y la responsabilidad social; la Gestión de los docentes; el Seguimiento a estudiantes; la Investigación, Desarrollo tecnológico e innovación y la Responsabilidad social universitaria (RSU). Resalta el compromiso de las universidades para formar profesionales íntegros, que gestionen con ética y de manera eficaz sus funciones académicas, de I+D+i y de servicios de extensión y participación en el desarrollo nacional e internacional evaluando siempre los impactos que genere en la sociedad.

Vallaes (2019) define la RSU como una política integral de gestión universitaria, transversal a todos sus

procesos, funciones, actividades administrativas y académicas. Señala además que no debe ser confundida con proyección social o extensión universitaria, porque la alejaría de la formación integral del estudiante, la investigación y la administración central de la universidad. En tal sentido, es conveniente definir los términos relacionados para establecer pautas coherentes y precisas para cada acción a implementar. Así, *responsabilidad* consiste en la acción de cumplir con las obligaciones; tener cuidado cuando se decide o se hace algo; tener conciencia de las consecuencias sobre uno mismo en relación con lo que hace o deja de hacer; es tener conciencia que los efectos de las acciones que realiza la persona recaen sobre sí mismos. En cualquier contexto, las personas responsables muestran seriedad y prudencia, así como un comportamiento congruente entre lo que conocen y aplican en la praxis. Por ello inspiran confianza, tranquilidad y la garantía que cumplirá con sus compromisos. De Ortúzar (2016) señala que en el ámbito social, específicamente en el campo de las políticas públicas para la salud, no resulta favorable practicar una responsabilidad individual porque reforzaría injusticias de clase y desigualdades originales, a pesar de ser un factor fundamental y primario en este proceso. Con respecto a la *responsabilidad social*, esta considera que las personas deben asumir de manera consciente el impacto que genere sus decisiones y acciones sobre las personas y en general sobre la sociedad. García Rangel & Aguilar Aguilar (2017) sostienen que la universidad debe enseñar que la eficacia económica de un territorio está muy ligado a sus requerimientos ecológicos y la solidaridad social; se asocian a través de este factor común. La responsabilidad implica más que compromisos, filosóficamente es más radical y universal, por ello debe ser gestionada desde un modelo educativo pertinente y coherente a los requerimientos (Vallaey, 2019).

### Concepción de la Responsabilidad Social Universitaria

En este ámbito, surgen términos básicos, análogos, pero con evidentes diferencias que no deben ser confundidas en su contextualización y aplicación. Solo así se podrá entender coherentemente cada acción que se deba ejecutar para conseguir la participación de las universidades en el progreso de una sociedad socialmente responsable. Consecuentemente, *la responsabilidad y la responsabilidad social* de estudiantes y docentes deben ser asumidas por las universidades, promoverlas e insertarlas transversalmente en los procesos de enseñanza aprendizaje, las deben gestionar y practicar permanentemente como un acto de *Responsabilidad Social Universitaria* (Figura 1).

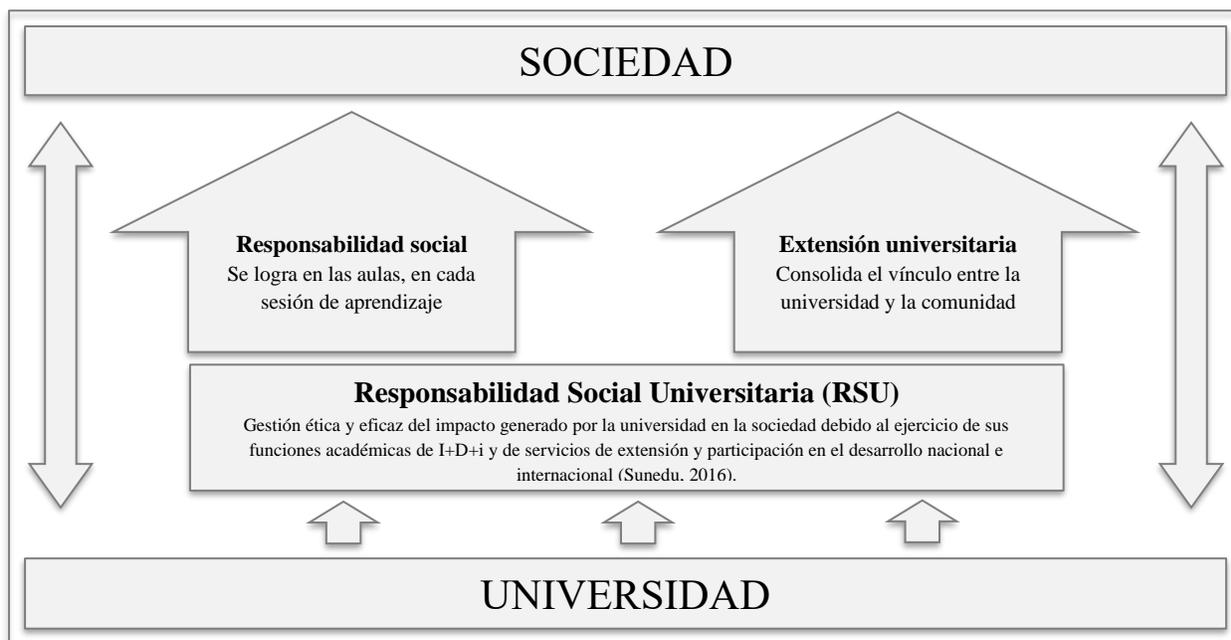


Figura 1. Concepción de Responsabilidad Social Universitaria

Para conseguir tal propósito se propone aplicar el enfoque humanista en el desarrollo de las sesiones de aprendizaje, con actividades que impliquen la interacción de, el saber conocer, saber hacer y el saber ser. Hipotéticamente, los estudiantes serían socialmente responsables si ejercen respeto por su entorno. Las actividades académicas que desarrollen los estudiantes deben ser evaluadas para conocer los impactos que generan a fin de tomar oportunamente las acciones correctivas. La articulación de la *Responsabilidad Social* con el proceso enseñanza aprendizaje, será posible si se aplica el enfoque por competencias debido a sus características y atribuciones para alcanzar la formación integral de los estudiantes; además, porque implica optimizar las competencias de los docentes

y el diseño de un sistema de gestión educativo apropiado a este paradigma. Las universidades acreditarán una formación académica con Responsabilidad Social en la medida que sus egresados evidencien en su ejercicio profesional, la integridad, el respeto, la ética y la moral; construida y respaldada por un marco axiológico y humanista adquirido durante el proceso formativo.

*El aprendizaje servicio y la Proyección social* son manifestaciones de responsabilidad social, gestionadas por las universidades, que ejecutan estudiantes y docentes y se establecen como una interacción y oportunidad para aplicar lo estudiado y analizado en las aulas con el mundo real, o sea, el logro y consolidación de aprendizajes significativos; contribuye con el desarrollo social. Rodrigo et al. (2017) en su reflexión sobre el rol del docente universitario en el desarrollo de sus sesiones de aprendizaje, resalta la formación de actitudes en los estudiantes para conseguir la responsabilidad social. Lo considera como un aporte para la construcción y progreso de una sociedad pacífica y de sana convivencia. Conceptualiza la responsabilidad social como un pilar fundamental para los modelos pedagógicos a fin de responder a los actuales retos de la empleabilidad nacional e internacional. Resalta la construcción de conocimientos y acciones que favorezcan el desarrollo sostenible del contexto y la generación de un impacto ambiental, ético y social. La formación de actitudes debe articular el conocimiento y la experiencia; así los estudiantes debatirán con sustento en una escala de valores que determina sus comportamientos éticos y posturas que aporten en el desarrollo de la humanidad.

Ciertamente, la RSU se aborda cada vez con mayor frecuencia, Duque & Cervantes-Cervantes (2019) resaltan el crecimiento de las publicaciones en los últimos años, señalan además que España lidera la mayor cantidad. En el ranking de los 10 países con mayor producción en el tema, siete de ellos son latinoamericanos. Desde la publicación de “Responsabilidad Social Universitaria: manual de primeros pasos” en el año 2009 por Vallaes, recién en el año 2015, la producción académica sobre RSU se ha incrementado ostensiblemente, generalizándose esta práctica en la mayoría de las universidades latinoamericanas.

## CONCLUSIONES

Las investigaciones tácitamente constituyen un acto de responsabilidad social en la medida que atienden los problemas de la humanidad; para evidenciar lo dicho, el informe de tesis debe incluir en su narración las alineaciones con uno o más objetivos y metas que plantea la Agenda 2030 de desarrollo sostenible; y a los objetivos que promueve la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Además, debe incluir la política ambiental y sus lineamientos, el marco axiológico y el código de ética institucional. Es muy importante que los *esquemas de proyecto e informe de investigación* incluyan lo señalado en su estructura.

Los productos observables, constituidos por los productos académicos e integradores, constituyen las evidencias escritas del progreso de los estudiantes en los programa de estudios, estos productos plasman el logro de las capacidades y los integradores el logro de la competencia, respectivamente; por tanto, se sugiere que aún en sus versiones más sencillas incorporen citas y referencias bibliográficas, el ejercicio de uno o más valores, pero sobretodo una Justificación social con soporte legal nacional e internacional. Aplica también para los informes de tesis.

Los registros de calificaciones, que hasta ahora siguen siendo incoherentes al enfoque por competencias, deben ser modificados. En las universidades se planifica por competencias, se desarrolla las sesiones de aprendizaje bajo el mismo enfoque, se evalúa por competencias; sin embargo, la evaluación es cuantitativa. Se recomienda que los calificativos guarden una coherencia con las competencias desarrolladas por el estudiante al término de la experiencia curricular; es decir, debe reflejar logros cognitivos, procedimentales y actitudinales; así este último componente describiría aspectos muy relacionados a la responsabilidad social de los estudiantes.

Se sugieren una planificación académica donde el aprendizaje servicio sea una meta transversal, pero que al mismo tiempo garantice la sostenibilidad en el tiempo de estos proyectos. En síntesis, cuando los estudiantes finalizan sus ciclos académicos y los proyectos han quedado inconclusos, estos deben ser retomados en los próximos ciclos hasta que se llegue a la etapa de cierre utilizando las memorias metodológicas transversales a la intervención. En ese sentido, se debe designar una o más experiencias curriculares para lograr un aprendizaje servicio permanente. Así, la población seleccionada será asistida permanentemente por la academia.

Los proyectos de RSU podrían tener una ejecución por fases semestrales o anuales. En su desarrollo debe incorporar prácticas de los lineamientos establecidos en la política ambiental declarada por la institución rectora; así, los estudiantes complementan los contenidos transversales que aprendieron en las aulas y atienden a las necesidades de la sociedad simultáneamente. En su ejecución se recogen las evidencias que sustentarán el aprendizaje servicio y la proyección social.

Finalmente, las universidades deben generar los lineamientos y directivas que permitan gestionar las pautas señaladas, de este modo se evidencia la pauta principal del presente estudio: la Responsabilidad Social Universitaria.

## Referencias

- Aldeanueva Fernández, I., & Jiménez Quintero, J. A. (2014). Responsabilidad social universitaria en España: un estudio de casos. *Revista Venezolana de Gerencia*, 18(64). <https://doi.org/10.31876/revista.v18i64.11168>
- Bicocca-Gino, R. M. (2017). Análisis crítico-filosófico de las potencialidades educativas de la enseñanza basada en competencias. *Educación y Educadores*, 20(2), 267–281. <https://doi.org/10.5294/edu.2017.20.2.6>
- CINDA. (2017). *Evaluación Del Logro De Perfiles De Egreso: Experiencias Universitarias* (Copygraph (ed.); Primera ed). <https://cinda.cl/wp-content/uploads/2017/07/evaluacion-del-logro-de-perfiles-de-egreso-experiencias-universitarias.pdf>
- Congreso de la República. (2014). LEY N° 30220 | Ley Universitaria | NORMAS LEGALES. *El Peruano*, 12914(1), 12. <https://www.sunedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-universitaria-30220.pdf>
- De Ortúzar, M. G. (2016). Responsabilidad social vs. Responsabilidad individual en salud. *Revista de Bioética y Derecho & Perspectivas Bioéticas*, 36, 23–36. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1344/rbd2016.36.15374>
- Duque, P., & Cervantes-Cervantes, L. S. (2019). Responsabilidad Social Universitaria: una revisión sistemática y análisis bibliométrico. *Estudios Gerenciales*, 35(153), 451–464. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2019.153.3389>
- Franco Moreno, M. V. (2017). *Diseño curricular por competencias para un programa privado de formación en psicoterapia psicoanalítica*. [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/10023/Franco\\_Moreno\\_Diseño\\_curricular\\_competencias1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/10023/Franco_Moreno_Diseño_curricular_competencias1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gaete Quezada, R., & Álvarez Rodríguez, J. (2019). Responsabilidad social universitaria en Latinoamérica. Los casos de URSULA y AUSJAL. *Actualidades Investigativas En Educación*, 19(3), 1–27. <https://doi.org/10.15517/aie.v19i3.38637>
- Gallego, L., & Araque, O. (2019). Estrategia para la Apropriación de Conocimiento Aplicado a la Formación por Competencias en la Educación Superior. *Formación Universitaria*, 12(2), 97–104. <https://doi.org/10.4067/s0718-50062019000200097>
- García Rangel, F., & Aguilar Aguilar, R. (2017). *La responsabilidad social universitaria en las universidades en línea*. 1, 153. <https://doi.org/10.16309/j.cnki.issn.1007-1776.2003.03.004>
- Naciones Unidas. (2017). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y El Caribe. In *“Patrimonio”: Economía Cultural Y Educación Para La Paz (Mec-Edupaz)* (Vol. 1, Issue 11). [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf)
- Rodrigo, J., Moreno, V., Educativo, D., Guarnizo, C. M., Educación, M., Ale, J., Cuadros, D., Educativo, D., Velásquez Moreno, J. R., Guarnizo Vargas, C. M., & Díaz Cuadros, J. A. (2017). University social responsibility in the Cafam University Foundation: A commitment to training for peace and coexistence [La responsabilidad social universitaria en la Fundación Universitaria Cafam: Una apuesta de formación para la paz y la convivencia]. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2017-July*(July), 19–21. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85046263507&doi=10.18687%2FLACCEI2017.1.1.468&partnerID=40&md5=8baa9ef725501219d6392b4d0d380a57>
- SINEACE. (2016). Modelo de Acreditación para Programas de Estudios de Educación Superior Universitaria. In *Sineace* (p. 36).
- Tobón Tobón, S. (2005). Formación Basada en Competencias. In *Ecoe Ediciones*. [http://bcnslp.edu.mx/antologias-rieb-2012/preescolar-i- semestre/DFySPresco/Materiales/Unidad A 1\\_DFySPresco/RecursosExtra/Tob%F3n Formaci%F3n Basada C 05.pdf](http://bcnslp.edu.mx/antologias-rieb-2012/preescolar-i- semestre/DFySPresco/Materiales/Unidad A 1_DFySPresco/RecursosExtra/Tob%F3n Formaci%F3n Basada C 05.pdf)
- Vallaes, F. (2019). *Responsabilidad Social Universitaria - El Modelo Ursula* (pp. 1–155). <https://secureservercdn.net/198.71.233.96/q2w.367.myftpupload.com/wp-content/uploads/2020/09/RSU-El-modelo-URSULA.-Estrategias-Herramientas-Indicadores.pdf>

## Notas Biográficas

El **Dr. Manuel Angel Pérez Azahuanche** es Docente de investigación en la Universidad César Vallejo, Perú. Es especialista en el área de Ciencia y Tecnología aplicada a la Educación, tiene un título profesional en la especialidad de Electrónica y una Licenciatura en Educación en la especialidad de Ciencia y Tecnología de la Universidad San Ignacio de Loyola; es Magister en Educación con mención en Docencia y Gestión educativa, Doctor en Administración de la Educación y Maestro en Docencia Universitaria. Tiene publicaciones las revistas REDIECH, Espacios en blanco entre otras.

El **Ph. D Enaidy Reynosa Navarro** es Docente Investigador, Vicerrectorado de Investigación, Universidad César Vallejo, Perú. Tiene un posdoctorado en Didáctica de la Investigación Científica por el Instituto Nacional de Investigación y Capacitación Continua del Perú, Tiene un doctorado en Administración de la Educación por la Universidad César Vallejo, Perú (UCV). Autor de más de 10 artículos científicos en revistas científicas como *Journal of Entrepreneurship Education*, *Apunts*, *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, *Migración & Desarrollo*, entre otras.

# ESTUDIO DE MÉTODOS EN ESTACIONES DE TRABAJO EN COMPAÑÍA AUTOMOTRIZ

M.A. Martha Patricia Pérez Domínguez<sup>1</sup>, Ing. Daniela Ignacia Rodríguez Martínez<sup>2</sup>, M. I. America Avila Hernández<sup>3</sup>, Ing. Nadia Vásquez Arriaga<sup>4</sup>, M.T.E. Claudia Georgina Santiesteban Alcántara<sup>5</sup>.

**Resumen----** Dentro de una compañía automotriz ubicada en Toluca se analizaron y evaluaron los métodos en estaciones de trabajo mediante el método de 7 pasos de naturaleza humana, hablando de manera específica de la implementación del paso 6. Asimismo, se hizo énfasis en la necesidad de contar con una estrategia para reducir el error humano y alcanzar los objetivos, para tener éxito en la transformación y ensamble de las unidades (llamando unidades a los autos ensamblados completamente listos para su venta).

Se realizó una evaluación de carga emocional y diez características comunes de la naturaleza humana tomando en cuenta variables críticas como problemas de seguridad, el nivel de esfuerzo, la selección de múltiples partes, el factor de actividad, la influencia del estado mental, el nivel de saturación y la base de opciones al realizar la operación, todo esto encontrado en la estación de trabajo.

**Palabras clave---** error humano, naturaleza humana, carga emocional, diez características

## Introducción

Rigby (1970) define como error a una imperfección que está presente mientras que el defecto es una imperfección que se libera. Todo el mundo comete errores. Muchos de nuestros errores son descubiertos y auto corregidos.

Los errores humanos no son todos iguales. Varían en frecuencia, en consecuencias y en causas. Un error puede tener o no efecto en la calidad de la unidad, puede ser o no ser la causa potencial de un accidente; el defecto si es que lo hay, podrá ser mayor o menor, y el error puede producirse en cualquier fase del proceso de ensamble. Probablemente, el error tendrá muchas causas tales como un material inadecuado, pobre entorno y malas condiciones de trabajo, distribución del puesto insatisfactoria e inadecuada para las condiciones del trabajador, un mal diseño ergonómico u hojas de procesos incorrectos o ilegibles.

Los accidentes, como los defectos de producción y las fallas en el producto, son el resultado de errores humanos. Si ocurre un error porque el trabajador no es el adecuado para la tarea, es porque diseñaron de manera incorrecta la selección de personal, la asignación del trabajo o los sistemas de información, formación y entrenamiento.

Swain (1980) nos dice que el error humano es una expresión que indica que un suceso desfavorable está frecuentemente condicionado por la actividad de las personas que participan directa o indirectamente en la realización y control de un proceso, a veces se puede atribuir a una mala práctica de las personas indicadas.

Hollnagel & Amalberti (2001) realizaron una clasificación de dos tipos de precondiciones para actos inseguros o liberación de defectos: los primeros son los que relacionan el estado interno de la persona operadora y el segundo aquellos que relacionan las formas de trabajar.

Cabe señalar que, si los errores se dispersan aleatoriamente, los esfuerzos deberán enfocarse en información, formación y entrenamiento, así como en los procesos de selección de personal. Por el contrario, si son sistemáticos, hay algún aspecto de la situación laboral que los causa. Los esfuerzos se enfocarán en identificar este aspecto y más tarde en corregirlo.

La metodología de Naturaleza Humana es de enfoque natural humano como su nombre lo dice y se aplica en las estaciones de trabajo, se usa directa o indirectamente para eliminar la repetición de defectos ocasionados por error humano, crea mejores criterios para ver los posibles riesgos y la habilidad para ver los posibles problemas.

Para ello es necesario la difusión del conocimiento en donde la inspección visual es un 37%, la realización de auditorías en la estación ocupa un 9% y el cenestésico ocupa el 54% (CDHMC)

<sup>1</sup> M. A. Martha Patricia Pérez Domínguez es Profesora de asignatura de las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Logística en el Instituto Tecnológico de Toluca, Jefa de Departamento de Recursos Materiales y Servicios.

[mperezd@toluca.tecnm.mx](mailto:mperezd@toluca.tecnm.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Ing. Daniela Ignacia Rodríguez Martínez es Ingeniera Industrial por parte del Instituto Tecnológico de Toluca.

[dany.zeguidor@gmail.com](mailto:dany.zeguidor@gmail.com)

<sup>3</sup> M. I. America Avila Hernández es Profesora de tiempo completo en las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Logística en el Instituto Tecnológico de Toluca. [aavilah@toluca.tecnm.mx](mailto:aavilah@toluca.tecnm.mx)

<sup>4</sup> Ing. Nadia Vásquez Arriaga es profesora de asignatura en las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Logística en el Instituto Tecnológico de Toluca, Coordinadora de la Carrera de Ingeniería Industrial. [nvasqueza@toluca.tecnm.mx](mailto:nvasqueza@toluca.tecnm.mx)

<sup>5</sup> M.T.E. Claudia Georgina Santiesteban Alcántara es Profesora de las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Logística, Jefa de Proyectos de Docencia del Departamento de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Toluca.

[csantiestebana@toluca.tecnm.mx](mailto:csantiestebana@toluca.tecnm.mx)

Los 7 pasos a realizar de esta metodología son:

Paso 1. Seleccionar el área: donde se encuentre alta concentración humana y alto error humano histórico.

Paso 2: Datos: Selección exacta de datos, separar repetitivos y esporádicos

Paso 3: Retroalimentación oportuna al operador.

Paso 4: Resolver defectos repetitivos

Paso 5: Aplicar un enfoque específico por defecto (Ocurrencia & Liberación)

Paso 6: Aplicar la carga emocional en un enfoque no específico

Paso 7: Mejorar la estación de trabajo a la zona verde.

Cabe señalar que la metodología aplicada se centra en la implementación del paso 6 que se refiere a utilizar la carga emocional en un enfoque no específico dentro de las estaciones de trabajo.

Con enfoque no específico nos referimos a aquella carga emocional derivada de los problemas personales de cada operador o aquellos que se susciten dentro de su área de trabajo.

### **Descripción del método.**

La aplicación de la metodología de naturaleza humana fue aplicada en el área 3 de ensamble de la compañía automotriz, que comprende 21 operaciones.

Hay dos aproximaciones que mejoran la calidad del trabajo en cualquier tipo de industria y evitar posibles errores humanos. La manera común se basa en cambiar al operario. Mientras que la utilizada en la situación laboral se enfatiza en el diseño y mejora de la estación de trabajo. La Ingeniería de métodos (ingeniería humana) en conjunto con la Ingeniería Industrial tendrán que trabajar la situación para adaptar las características del trabajo a las habilidades, limitaciones y necesidades de los operarios.

La estrategia más eficaz es prevenir la situación de riesgo y la ocurrencia del error, pero es por medio del diseño o rediseño de la estación de trabajo o la operación en último caso, de modo que los errores potenciales se minimizarán.

Analizados los puntos mencionados de eliminación de errores, lo siguiente es implementar la metodología de 7 pasos de Naturaleza Humana enfocándose principalmente en su paso número 6. Cuando se aplica esta metodología es indispensable identificar qué operaciones son las más críticas. Para ello es muy importante evaluar las 10 características comunes que tiene la estación y la carga emocional del operador en relación con su lugar de trabajo.

#### *Diseño del Instrumento de evaluación*

Para aplicar la evaluación es necesaria la utilización de un formato como el que se muestra en el apéndice I, donde se concentran criterios importantes a considerar e ir directamente a la estación de trabajo para realizar observaciones y entrevistar al operador titular.

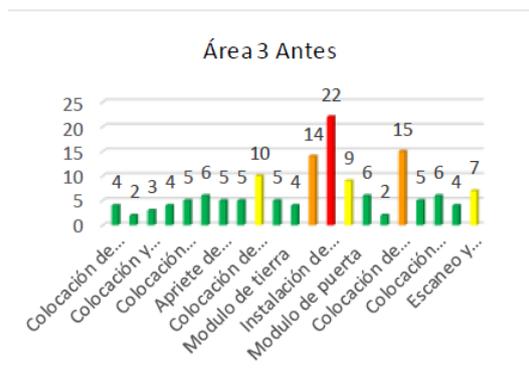
La función del formato es evaluar a través de puntajes el nivel en el que se encuentra la operación, el total de puntos se clasifica en 4 criterios que son los siguientes:

- Operación AA: considerada como operación crítica y requiere de mejoras urgentes para eliminar errores repetitivos.
- Operación A: es una operación semi-crítica, es necesario implementar contramedidas para erradicar futuros defectos.
- Operación B: operación esporádica, arroja defectos de calidad que no son muy frecuentes, pero están presentes y hay que tenerlos en cuenta para poder eliminarlos.
- Operación C: considerada como operación estable, no requiere de mejoras ya que el proceso en estas estaciones de trabajo es robusto, aunque de igual manera requiere de supervisión.

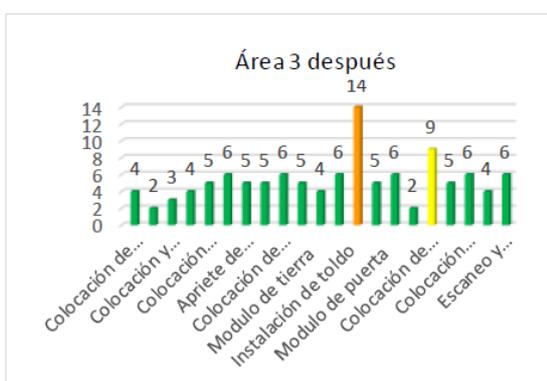
### **Comentarios finales**

#### *Resumen de resultados*

Las mejoras en el área 3 fueron significativas ya que se logró eliminar la operación crítica y reducirla a una semi-crítica, también incrementar el número de operaciones a zona verde como se muestra en las gráficas 1 y 2.



Gráfica 1. Área 3 antes de las mejoras



Gráfica 2. Área 3 después de las mejoras

**Conclusiones.**

La implementación de la metodología de 7 pasos de naturaleza humana, específicamente el paso 6 es completamente aplicable en todas las áreas de trabajo ya que permite realizar mejoras constantes, no solo para mejorar la calidad de las unidades, sino para hacer el trabajo de los operadores de manera más fácil, ya que son un pilar fundamental dentro de la compañía.

**Recomendaciones.**

Cuando se lleve a cabo la evaluación en las estaciones de trabajo, el evaluador requiere de tener un nivel crítico adecuado, además de conocimientos de Ingeniería y también del proceso productivo, ya que muchas veces las operaciones pueden ser hasta cierto punto las mismas, pero hay factores difíciles de identificar que pueden cambiar el nivel de la operación.

**Referencias**

Swain A.D., Design Techniques for Improving Human Performance in Production, Albuquerque, Nuevo México (USA), 1980

Altman J.W., Classification of Human Errors, in W. B. Askreen Ed., Symposium on Reliability of Human Performance in Work, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright Patterson Air Force Base, Ohio, 1967

Rigby L.W., The Nature of Human Errors, in Proceedings 24th Annual Technical Conference American Society of Quality Control, Milwaukee (Wisconsin), 1997

Chiavenato I., Administración de Recursos Humanos 9a edición, McGraw Hill, México, 2011

Pérez A. " La reducción de errores humanos en el trabajo". *Prevención Integral* 20 de diciembre del 2017

Sánchez D. 7 Pasos de Naturaleza Humana". Desarrollo de personal, Centro de Desarrollo Humano y Mejora Continua (CDHMC), México., 2017

**Notas Biográficas**

La **M A. Martha Patricia Pérez Domínguez** es Profesora de asignatura de las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Logística en el Instituto Tecnológico de Toluca también funge como jefa del Departamento de Recursos Materiales y Servicios dentro del mismo Instituto. Terminó sus estudios de posgrado en Administración en el Instituto de Estudios Superiores ISIMA

La **Ing. Daniela Ignacia Rodríguez Martínez** es Ingeniera Industrial egresada del Instituto Tecnológico de Toluca.

La **M. I. América Ávila Hernández** es Profesora de tiempo completo en las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Logística en el Instituto Tecnológico de Toluca. Sus estudios de Maestría en Ingeniería Industrial en Sistemas de Manufactura por la Universidad Iberoamericana.

La **Ing. Nadia Vásquez Arriaga** es Profesora en las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Logística en el Instituto Tecnológico de Toluca. Funge como coordinadora de la carrera de Ingeniería Industrial. Sus estudios de Ingeniería Industrial fueron realizados en el Instituto Tecnológico de Toluca.

La **M.T.E. Claudia Georgina Santiesteban Alcántara** es Profesora de tiempo completo de las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Logística, Jefa de Proyectos de Docencia del Departamento de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Toluca. Terminó sus estudios de Posgrado en Tecnología Educativa, por la Universidad Da Vinci.

APÉNDICE  
 Instrumento de evaluación utilizado

Nombre de la operación:		Línea:	
UL:	Estación:	Modelo	
Fecha de revisión:		JC	MP
<b>DIEZ CARACTERÍSTICAS COMUNES Y CARGA EMOCIONAL</b>			
Variables Críticas	Resp.	Criterio	Puntuación
Seleccionar múltiples partes	Prod.	0 partes=0	
		1 a 2 partes= 1	
		≥ 3 partes= 2	
Problemas de seguridad	Saf.	Puntaje de riesgo Post 0-30 (severidad de 1 a 2)= 0	
		Puntaje de riesgo Post 30-60 (severidad de 3 a 4)= 1	
		Puntaje de riesgo Post >60 (severidad 5)= 2	
Sobrecarga alto nivel de esfuerzo	IE	Nivel 1= 2	
		Nivel 2= 1	
		Nivel 3= 0	
Base de opciones no establecida al 100%	Prod.	0 opciones = 0	
		1 opción= 1	
		≥ 2 opciones = 2	
Operación ciega	Prod.	0 operaciones= 0	
		≥ 1 operación= 2	
Múltiples herramientas a escoger	Prod.	1 herramienta o ninguna= 0	
		2 a 3 herramientas= 1	
		Más de 3 herramientas= 2	
Nivel de saturación	IE	≥ 95%= 2	
		≤ 94%= 0	
Finura y/o montaje cosmético	Prod.	0=0	
		≥1= 2	
Factor actividad	Prod.	0= Act	
		1= Act + Check or Choose	
		2= Act + Check + Choose	
Conciencia/ Adivinar y perjudicar/ Omitiendo cosas	IE/Prod.	La estación tiene ayudas visuales SOP u otras para garantizar la seguridad/ críticas de calidad sostenidas= 0	
		Las ayudas visuales no son claras, el operado puede confundirse= 1	
		La estación no cuenta con ayudas visuales y le es muy fácil al operador confundirse durante la realización de la operación= 2	
Olvido	IE/Prod.	¿Hay operaciones de funcionamiento bajo? Cubierta con ayuda sonora visual= 0	

		La operación no tiene demasiadas partes que tienen que ser montadas las alertas son escasas= 1		
		Puede faltar una operación y que no esté clara para el operador en un check list las alertas visuales sonoras son nulas= 2		
Vigilancia	Quality	La rotación entre operadores mejora la situación actual= 0		
		Hay un segmento de trabajo que requiere siempre una atención especial= 2		
Ilusión	Quality	Desde el punto de vista de los operadores NO hay elementos/ actividades propensas a la ilusión= 0		
		Desde el punto de vista de los operadores hay elementos/ actividades propensas a la ilusión= 1		
		El operador no puede ver si el trabajo se realizó correcta o incorrectamente= 2		
Siendo influenciado por un estado mental	PD	Es un buen ambiente para el trabajador/ lo hace la integración y el trabajo en equipo= 0		
		El ambiente de trabajo es pobre para el operador, lo que provoca la pérdida de atención, no existe relación con el supervisor y hay falta de trabajo en equipo= 2		
<b>TOTAL</b>				
<b>CLASIFICACIÓN DE NIVELES</b>		<b>0-6</b>	<b>Operación C</b>	
		<b>7-13</b>	<b>Operación B</b>	
		<b>14-20</b>	<b>Operación A</b>	
		<b>≥ 21</b>	<b>Operación AA</b>	

# Propuesta metodológica para el diseño cuantitativo de la transformación digital y los nuevos modelos de negocio de las PyMES del sector servicios en el estado de Hidalgo

Mtro. José Antonio Pérez Enzastiga<sup>1</sup>, Dra. Blanca Cecilia Salazar Hernández<sup>2</sup>, Dr. Martín Aubert Hernández Calzada<sup>3</sup>

**Resumen**—La presente investigación tiene como propósito mostrar la metodología desarrollada para el estudio de la transformación digital, como una estrategia para los nuevos modelos de negocio de las PyMES del sector servicios del estado de Hidalgo, dirigido a las unidades económicas dedicadas a proporcionar servicios en el campo de las tecnologías de información y comunicación, a través de actividades de planeación y diseño de sistemas de cómputo que integran hardware, software así como brindar asesoría en la instalación de equipo y redes de informática. Se trata de aquellas empresas intensivas en conocimiento (KIBS) cuya principal característica es el manejo intensivo del capital humano especializado basado en conocimiento. El estudio describe la estrategia metodológica y el diseño de la investigación enmarcado en la perspectiva cuantitativa, identificando la relación entre los constructos; transformación digital y nuevos modelos de negocio, que dan forma al modelo conceptual con base en las unidades de análisis.

**Palabras clave**—Transformación digital, nuevos modelos de negocio, KIBS Y PyMES

## Introducción

La transformación digital, la innovación y los nuevos modelos de negocios son conceptos que se encuentran ligados a las nuevas tecnologías de información las cuales se han desarrollado rápidamente cambiando la forma en que las empresas realizan sus actividades (Wu e Hisa, 2008). En el contexto de la globalización y la creciente competitividad y productividad, es indispensable que las empresas desarrollen nuevas ideas y adapten sus estrategias empresariales para aprovechar las oportunidades de negocios que se presentan en el mercado y así garantizar su éxito sostenido (Hirscha & Ríos, 2015).

En este sentido, la transformación digital entendida como la conversión de información de procesos analógicos a procesos digitales (Negroponte, 1995) crean nuevas formas de trabajar, comunicarse y cooperar, tiene la capacidad de cambiar casi cualquier forma de trabajo y estilo de vida que se encuentre directa o indirectamente asociado con datos y procesos no rutinarios (Frey y Osborne, 2013).

El término transformación indica un cambio profundo y difícil de una organización, en tanto que digital es la explotación que las tecnologías pueden proporcionar, específicamente aquellas que generan, almacenan y procesan datos, por lo tanto y de acuerdo con Miranda, et al., (2017) la transformación digital consiste en un profundo cambio de modelo de negocio a través de la utilización del potencial de las nuevas tecnologías de información como; la computación en la nube, el internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), la realidad virtual, el Big Data y el análisis de grandes volúmenes de datos, entre otros.

Sin embargo, estas tecnologías no sólo han facilitado muchos cambios deseables en las empresas (Lucas et al., 2013) también han planteado grandes retos sobre todo en las pequeñas y medianas empresas (PyMES), debido a que su potencial no se explota plenamente como en las grandes empresas (Consoli, 2012) y sólo actúan de acuerdo a la cantidad de clientes que tienen.

Por otro lado, el sector servicios no sólo ha ganado peso en la estructura económica global, también ha sufrido transformaciones profundas, entre las que destacan la emergencia y el crecimiento de un conjunto de actividades, que se caracterizan por su alto nivel de innovación y contribución al aumento de la productividad, se trata de los servicios intensivos en conocimiento (KIBS, *Knowledge Intensive Business Services* de acuerdo a su traducción al inglés), que se han destacado por su contribución a la economía del conocimiento y su protagonismo en los proceso de innovación, competitividad y avance tecnológico.

Aunque en 1979, Stanback las clasifica como empresas de servicios avanzados y 1991 Moulart y Daniels las define como provisión de servicios avanzados, las KIBS, son definidas en 1995, cuando Miles y Kastrinos realizan un estudio donde analizan 15 casos en el entorno de las tecnologías de información y comunicación, definiéndolas

<sup>1</sup> José Antonio Pérez Enzastiga. Estudiante del Doctorado en Planeación Estratégica de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP).

<sup>2</sup> Dra. Blanca Cecilia Salazar Hernández Profesora Investigadora de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH).

<sup>3</sup> Dr. Martín Aubert Hernández Calzada. Profesor Investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH)

como empresas privadas basadas en conocimiento técnico y funcional que provee a sus clientes de *inputs* basados en conocimiento. Esta clasificación de servicios intensivos en conocimiento la divide en servicios de primer y segundo nivel.

En el presente trabajo se detalla la estrategia y el diseño del trabajo de investigación exponiendo los fundamentos y el abordaje epistemológico, teniendo como punto de partida la conceptualización del fenómeno de la transformación digital y los nuevos modelos de negocio como un proceso complejo que tendrán que realizar las empresas dedicadas a los servicios intensivos en conocimiento (KIBS). Se detallan las etapas del trabajo a través de un diagrama, mostrando la secuencia realizada durante el proceso de investigación, como se muestra en la figura 1.

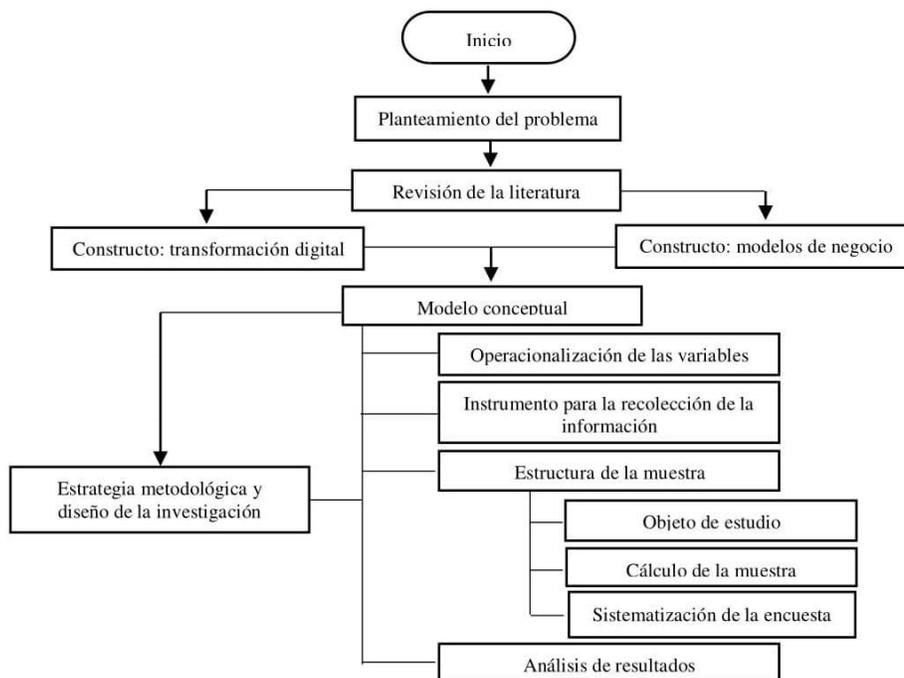


Figura 1: Etapas del proceso de investigación

La figura 1 representa las etapas realizadas durante el proceso de investigación, partiendo del planteamiento del problema, donde se identifica el fenómeno abordado. Así como la revisión de la literatura de dos grandes constructos; transformación digital y nuevos modelos de negocios que dan forma al modelo conceptual de este trabajo de investigación.

Se describe la estrategia metodológica, el diseño de la investigación y las partes que integran el modelo conceptual del trabajo. También, se explica la relación y la importancia de los constructos formativos y reflectivos, la operacionalización de las variables que integran el instrumento de medición aplicable a las unidades de análisis. Se describe el instrumento para la recolección de la información y la estrategia seguida para su validación y aplicación de la prueba piloto, lo anterior con el propósito de observar su comportamiento y garantizar la comprensión del cuestionario.

Asimismo, se establece la estructura de la muestra que es el punto donde se conforman los aspectos técnicos para responder a este trabajo de investigación entre los que se encuentran; el cálculo de la muestra, el objeto de estudio y la sistematización de la encuesta. Finalmente se establecen las conclusiones generales del estudio de investigación, así como el análisis de los resultados obtenidos

### Diseño de la investigación

De acuerdo con Burns y Grove (2005) el diseño de la investigación es la estructura o guía para la planificación, implementación y análisis del estudio, es una forma de responder a las preguntas o hipótesis de investigación. Generalmente se clasifica como cuantitativo o cualitativo, no obstante, es cada vez más común que se utilice una combinación o se mezclen múltiples diseños como lo sugiere Creswell (2003).

La presente investigación se deriva de un modelo conceptual pertinente al problema analizado de acuerdo a una serie de postulados que expresan las relaciones entre las variables seleccionadas, se desarrolla en la concepción de la transformación digital y los nuevos modelos de negocios, constructos que se analizaron para determinar el grado de madurez existente en una población de pequeñas y medianas empresas (PyMES) intensivas en conocimiento del sector servicios del estado de Hidalgo.

El marco metodológico usado es cuantitativo con un enfoque descriptivo y explicativo. Es de carácter no experimental, y de diseño transversal

### Estrategia metodológica

Para enfrentar la problemática detectada se utilizó el método analítico, permitiendo examinar minuciosamente los aspectos teóricos y conceptuales, obteniendo el estado del arte de la transformación digital y los nuevos modelos de negocio. Igualmente, la importancia de la validez del constructo es una condición necesaria para el desarrollo de la teoría como lo expresan Anderson y Gerbin (1988); Bagozzi, (1981) y considerando lo que Fornell (1982) denomina como relaciones epistémicas, es decir, el vínculo existente entre la teoría (constructos) y los datos (indicadores) de esta forma, los constructos para este trabajo de investigación se midieron a partir de dos tipos de indicadores: formativos y reflectivos.

Los indicadores formativos son constructos latentes compuestos por indicadores de medida, mientras que los indicadores reflectivos dependen de la variable latente (Haenlein y Kaplan, 2004, p. 289). Estos indicadores asumen la dirección de la causalidad desde el constructo hacia sus medidas (Diamantopoulos y Winklhofer, 2001; Edwards, 2001, Mackenzi, Podsakoff y Jarvis, 2005; Podsakoff, Shen y Podsakoff, 2006).

Por lo anteriormente descrito, la transformación digital y los nuevos modelos de negocios son constructos que se encuentran vinculados entre sí. De tal forma que los indicadores formativos (transformación digital) causan una variación en los indicadores reflectivos (modelos de negocios) debido a que los modelos de negocio dependen del nivel de madurez de digitalización existente en las empresas (KIBS) que se muestran en el modelo conceptual (ver figura 2).

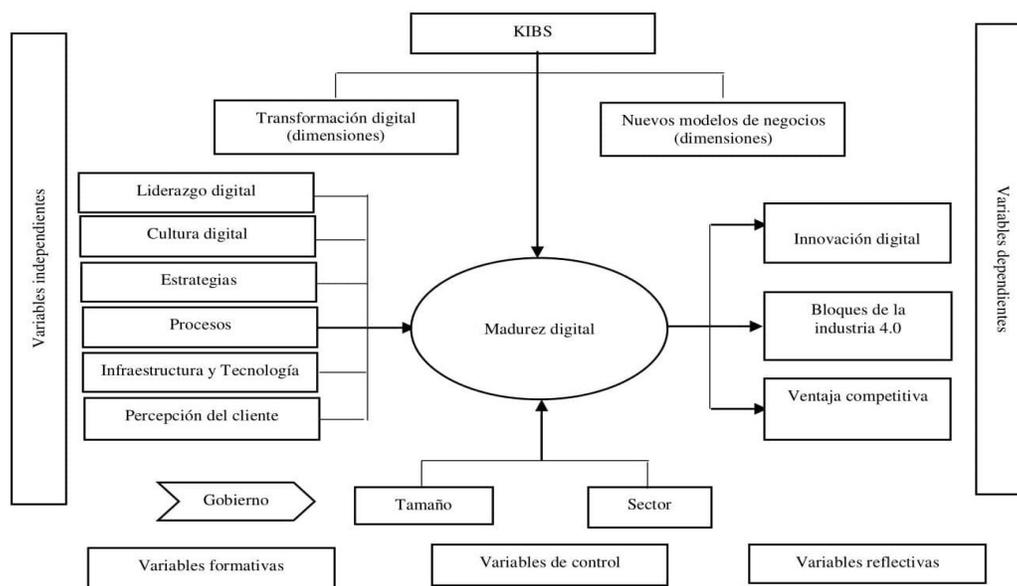


Figura 2: Modelo conceptual de los constructos Transformación digital y Nuevos Modelos de Negocio

En la figura 2 se establecen las variables independientes, tres variables dependientes, dos variable de control y una variable exógena. Para el constructo referente a la transformación digital se establecieron las dimensiones de liderazgo digital, cultura digital, estrategias, procesos, infraestructura y tecnología y percepción del cliente, dimensiones que se encuentran relacionadas entre sí, y, a su vez se conforman por un conjunto de indicadores de las variables observables (Edwards, 2001).

En tanto que para el constructo referente a los nuevos modelos de negocios se definieron las dimensiones de; innovación digital, los bloques de la industria 4.0 y la ventaja competitiva que fueron consideradas como variables reflectivas indicando que la variable latente, explica la variación de las variables manifiestas, considerándose

conceptualmente como variables dependientes, cuyos indicadores deben estar altamente correlacionados debido a que son un reflejo del mismo constructo.

### Operacionalización de variables

A partir de la revisión de la literatura se operacionizaron las variables que integran el instrumento para la recolección de la información, permitiendo por un lado convertir los indicadores en ítems o elementos observables y por otro lado, facilitar la construcción de índices a fin de mostrar de forma esquemática todo el contenido de este trabajo de investigación.

También, se identificaron los elementos teóricos y metodológicos, así como las dimensiones, definiciones, variables y categorías que conforman el instrumento de medición. De esta manera, siguiendo a Hinkin (1995); Campón (2013) y Jiménez (2015) se realizó la descripción de las variables de la siguiente forma:

En primer lugar se definió el concepto que representa cada dimensión, así como los autores que han hecho uso de ellas previamente. En segundo lugar se realizó un análisis de la relación epistémica entre la variable latente y sus medidas, lo anterior con el propósito de identificar si la variable es formativa o reflectiva como lo establecen MacKenzie, Podsakoff y Jarvis (2005). En tercer lugar se identificaron y definieron las categorías utilizadas para cada variable.

Para realizar la medición de las variables independientes (formativas) que han sido propuestas como factores que influyen en las empresas en su tránsito hacia la transformación digital se construyó el instrumento aplicable a las PyMES del sector servicios clasificadas como KIBS, con el propósito de identificar el grado de madurez digital de las unidades de análisis. Considerándose siete dimensiones que responden al propósito general de este trabajo.

### Instrumento de recolección de datos

El instrumento se integró por las siguientes dimensiones: *Datos generales* de la empresa, conformada por 13 ítems rescatándose, el tipo o actividad que desempeñan, el sector y la ubicación geográfica de las unidades de análisis.

La segunda dimensión se refiere al tipo de *liderazgo* existente. Dimensión compuesta por nueve ítems. Proporcionando una clasificación para que los encuestados seleccionaran de entre cuatro opciones de tipo nominal, con la que más se identificaban. También se diseñaron ocho ítems redactados de forma directa solicitando a los encuestados calificar a su empresa, el formato de respuesta es una escala ordinal, tipo Likert, de cuatro opciones de respuesta.

La tercera dimensión corresponde a la *Cultura digital*. Conformada por 11 ítems, presentándose una clasificación con cuatro opciones de respuesta en una escala nominal, requiriendo indicar con cuál de ellas se identifica su empresa. También, se establecieron seis ítems con opciones de respuesta múltiple y cuatro ítems de respuesta tipo Likert con cuatro opciones de respuesta.

La cuarta dimensión se refiere a las *Estrategias*. Conformada por seis ítems de respuesta múltiple permitiendo elegir las respuestas dentro de una serie de ellas.

La quinta dimensión tiene que ver con los *Procesos* de las unidades de análisis, la dimensión se conformó por once ítems redactados de forma directa solicitando a los encuestados seleccionar la opción que mejor representará la situación de la empresa, el formato de respuesta es una escala ordinal, tipo Likert, de cuatro opciones de respuesta con los que se pretende medir la percepción y el impacto del avance tecnológico.

La sexta dimensión corresponde a la *Infraestructura y Tecnología* conformada por doce ítems. Siete de ellos con formato de respuesta con escala ordinal de tipo Likert, y cinco con formato de respuesta nominal.

La séptima dimensión se refiere a la *Percepción del cliente*. Dimensión conformada por seis ítems, redactados de forma directa solicitando calificar a la empresa con una escala de frecuencia de cuatro opciones de respuesta.

### Estructura de la muestra

Los elementos que integraron la muestra se obtuvieron del Directorio Estadístico de Unidades Económicas (DENUE, 2020) del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) filtrando la información por actividad económica, tamaño de establecimiento y área geográfica. La búsqueda permitió la obtención de un total de 156 unidades económicas que operan en el estado de Hidalgo desarrollando su actividad en las ramas 54 (servicios profesionales, científicos y técnicos) del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) así como la sub rama 561 (servicio de apoyo a oficinas) pertenecientes al sector servicios y que es la población objeto de estudio.

También, se diseñó la muestra considerando dos tamaños de empresa: pequeña (11-50 trabajadores) y mediana (51-100 trabajadores). Para esta clasificación se utilizó la estratificación de las empresas por sector económico de la Secretaría de Economía (2019) y de la encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROE) del INEGI (2018).

Una vez reconocido el universo de estudio, se identificaron aquellas empresas que más se acercaban a la clasificación de las KIBS I y KIBS II establecidas por Miles (1995) pero que además cumplieran con las siguientes

características; proporcionar servicios en el campo de las tecnologías de información a través de actividades como planeación y diseño de sistemas de cómputo que integran hardware, software y tecnologías de comunicación, asesoría en la instalación de equipo y redes informáticas, administración de centros de cómputo y servicios de instalación de software.

Se utilizó el principio de muestreo aleatorio estratificado, garantizando que cada estrato se encuentre representado, dividiéndose en subgrupos denominados estratos. Posteriormente se seleccionó una muestra de cada estrato, garantizando que todas las empresas tuvieran la misma oportunidad de ser incluidos en el muestreo, al aplicar las fórmulas para calcular la muestra final, se obtuvo un total de 27 de unidades de análisis divididas en: 23 pequeñas empresas que corresponden al estrato uno y 4 medianas empresas correspondiente al estrato dos. Sin embargo, durante el trabajo de campo se lograron 37 empresas pequeñas (estrato 1) y 5 empresas medianas (estrato 2) quedando un total de 42 empresas que fueron sujetas al análisis de resultados.

### Sistematización de la encuesta

Una vez determinado el tamaño de la muestra se sistematizó la encuesta con el propósito de que las unidades de análisis respondieran en línea, para ello se utilizó el formulario de Google que es una herramienta de uso gratuito, además posee la particularidad de compartir la encuesta en tiempo real y el almacenamiento de los datos o la información de forma segura, en bases de datos para su análisis. El requerimiento principal para esta encuesta en línea es la necesidad de contar con internet y un correo electrónico de la empresa o del gerente, aunque también la encuesta se envió a través de redes sociales como WhatsApp mediante telefonía celular.

### Conclusiones

La complejidad de la investigación de las ciencias sociales sufre un proceso de mutación cada vez más definido, esta complejidad obliga a cambiar los comportamientos epistemológicos debido a que ya no se trata de la búsqueda de certidumbres o de leyes determinantes. Ahora la ciencia define el proceso de investigación como “una acción en busca de posibilidades creativas” (González, 2004).

En este sentido, el presente trabajo tiene como aportación principal una propuesta metodológica a través de las diferentes etapas del proceso de investigación enmarcado en un diseño de carácter cuantitativo, así como la construcción de un modelo conceptual estableciéndose la relación que existe entre los constructos; transformación digital y los nuevos modelos de negocio. De igual forma se presenta una escala de medición de variables o constructos latentes resultando en un instrumento –escala de medición- aplicable a las empresas intensivas en conocimiento (KIBS) del sector servicio en el estado de Hidalgo. Se destaca que el instrumento se sometió a un proceso riguroso respecto a la validez de contenido al aplicar métodos estadísticos para verificar su fiabilidad y validez de constructo. De lo anterior se establece la necesidad de que en una investigación de naturaleza cuantitativa se consideren técnicas y metodologías para el diseño del instrumento de medición para la cuantificación de variables complejas, no observables directamente con la realidad.

### Referencias

- Anderson, J. Y Gerbing, D. (1988). Structural Equation Modeling in Practice: A Review and Recommended Two-Step Approach. *Psychological Bulletin*, 103 (3), 411 – 423.
- Burns, N., y Grove, SK. (2005) *La práctica de la investigación en enfermería: conducta, crítica y utilización*. Edición 5 San Luis: Elseiver; 2005
- Chen, Y., y Huang, H. (2012). “Knowledge management fit and its implications for business performance”: A profile deviation analysis. *Knowledge-based systems*, 27, pp. 262-270.
- Consoli, D. (2012). “Literature analysis on determinant factors and the impact of ICT in SMEs”. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 62, pp. 93-97. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.016>
- Creswell, J. (2003) *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. 2nd ed. Thousand Oaks: Sage Publications; 2003.
- Diamantopoulos, A., Winklhofer, H (2001) “Index construction with formative indicators: An alternative to scale development”, *Journal of Marketing Research*, 38: 269-277.
- Edwards, J. (2001) Multidimensional constructs in organizational behaviour research: An integrate exploratory study in the furniture industry”, *Decision Sciences*, vol. 25: 669-689.
- Fornell, C. (1982). “Dos modelos de ecuaciones estructurales: LISREL y PLS aplicados a la salida del consumidor - teoría de la voz”, *Journal of Marketing Research*, 19: 440-452.
- Frey, C., & Osborne, M. (2013), “The future of Employment”: How susceptible are Jobs to Computerisation? Recuperado de [https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)
- Gable, G., 2010. “Strategic information systems research”: an archival analysis. *Journal of Strategic Information Systems* 19 (1), pp. 3–16.
- Gracia, A., y Taboada, E. (2012). “Teoría de la empresa: Las propuestas de Coase, Alchian y Demsetz, Williamson, Penrose y Nooteboom. *Economía: Teoría y Práctica*. Nueva época, Número 36, Enero-junio 2012.
- González, P. (2004). *Las nuevas ciencias y las humanidades. De la academia a la política*. Barcelona: Anthropos

- Henlein, M. & Kaplan, A. M. (2004). A beginner's guide to partial least squares analysis. *Understanding Statistics*, 3 (4), 283-297.
- Hewitt-Dundas, N. (2006). "Resource and Capability Constraints to Innovation in Small and Large Plants". *Small Business Economics*, 26(3), pp. 257-277. Doi: 10.1007/s11187-005
- Hirscha, Almaraz & Ríos (2015). "La preparación de las empresas manufactureras del Estado de Querétaro, México, en el área de las tecnologías de información y comunicación". *Suma de negocios*, 6, 166-177. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sumneg.2015.08.012>
- Ibáñez, J. (1986). Más allá de la sociología: el grupo de discusión, Siglo XXI, Madrid, p.p 263.
- Lucas, H., Agarwal, R., Sawy, E., Omar, A., and Weber, B. (2013). "Impactful Research on Transformational Information Technology: An Opportunity to Inform New Audiences," *MIS Quarterly*, (37: 2) pp.371-382.
- Malone, T., Laubacher, R., Johns, T., (2011). The big idea: the age of hyperspecialization. *Harvard Business Review* 89 (7/8), 1–11.
- MacKenzie, S., Podsakoff, P., y Jarvis, CH. (2005). The Problem of Measurement Model Misspecification in Behavioral and Organizational Research and Some Recommended Solutions. *Journal of Applied Psychology* vol 90, No 4, pp. 710-730
- México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020). Directorio Estadístico de Unidades Económicas (DENUE, 2020) Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/> el 18 de septiembre de 2020.
- Meckel, M., Walters, D., Greenwood, A & Baugh, P. (2004). "A taxonomy of e-business adoption and strategies in small and medium size enterprises". *Strategic Change*, 13 (5), 259-269.
- Mejía, J. (2008) "Epistemología de la Investigación Social en América Latina. Desarrollos en el Siglo XXI". *Cinta Moebio* 31: 1-13. [WWW.mMoebio.uchile.cl/31/mejia.html](http://WWW.mMoebio.uchile.cl/31/mejia.html)
- Miles, I., Kastrinos, N., Flanagan, K., Bilderbeek, R., Den Hertog, P., Huntink, W., y Bouman, M. (1995). "Knowledge Intensive Business Services Users, Carriers and Sources of Innovation. Report" to *DG13 SPRINT-EIMS*, (March), 1–117.
- Miranda, R., Villabona, J., Gallo, F. & Fernández, V. (2017) "Guía para profesionales de RRHH" Is digital.data, recuperado de <https://www.orgdch.org/wp-content/uploads/2017/10/Gu%C3%ADa-Digitalizaci%C3%B3n-Isdi-Meta4.pdf>
- Moulaert, F., y Daniels, P.W. (1991). "Advanced Producer Services. Beyond the Microeconomics of Production", in Daniels, P.W. and Moulaert, F. (Eds.) *The Changing Geography of Advanced Producer Services*. London and New York: Belhaven Press.
- Negroponte, N., 1995. "Ser digital". *Vintage Books*, Nueva York, NY.
- Picot, A., Reichwald, R., Wigand, R., (2008). "Information, Organization and Management". Springer, Berlin-Heidelberg.
- Tams, S., Grover, V., Thatcher, J., (2014). "Modern information technology in an old workforce: toward a strategic research agenda". *Journal of Strategic Information Systems* 23 (4), 284–304.
- Strambach, S. (2008). "Knowledge-Intensive Business Services (KIBS)" as drivers of multilevel knowledge dynamics. *International Journal of Services Technology and Management*, 10, 152. <https://doi.org/10.1504/IJSTM.2008.022117>
- Wu, J. y Hisa, T. (2008). "Developing e-business dynamic capabilities": an analysis of e-commerce innovation from I-, M-, to U-commerce. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 18(2), pp. 95-111.

### Notas Biográficas

**El Mtro. José Antonio Pérez Enzastiga** es estudiante del Doctorado en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología en la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), realizó la maestría en Gestión Administrativa en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) donde actualmente se desempeña como profesor de tiempo completo en la Dirección General de Evaluación.

**La Dra. Blanca Cecilia Salazar Hernández** es doctora en Ciencias de la Administración por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y profesora investigadora del Área Académica de Administración en el Instituto de Ciencias Económico Administrativas (ICEA) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH).

**El Dr. Martín Aubert Hernández Calzada** es profesor de tiempo completo del Área Académica de Administración en el Instituto de Ciencias Económico Administrativas (ICEA) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), es doctor en Nuevas Tendencias en Dirección de Empresas por la Universidad de Salamanca España.

# EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS EN LÍNEA, POR PARTE DE ALUMNOS UNIVERSITARIOS DEL DE 4O Y 2O SEMESTRE, DURANTE LA CONTINGENCIA ABRIL - JULIO DE 2020

Dra. María Guadalupe Pérez Galaviz<sup>1</sup>, Dra. Rosaura Olivia Medina Larios,<sup>2</sup>  
Dr. Héctor Emmanuel Valtierra Marín<sup>3</sup>, Dra. Maureen Patricia Castro Lugo<sup>4</sup> y  
Dra. Ana Gabriela Galicia Rodríguez<sup>5</sup>

**Resumen**— El presente trabajo es un estudio de tipo transversal y descriptivo, cuya muestra es a conveniencia de 80 estudiantes universitarios de 4º y 2º Semestre de Licenciatura. Los resultados se obtuvieron de la aplicación de un instrumento que permitió recolectar información acerca de la percepción general de los alumnos con relación a las actividades académicas desarrolladas en línea durante el periodo de contingencia sanitaria en el periodo Marzo- Julio de 2020, además de las dificultades tecnológicas y académicas que representó para ellos la transición fortuita hacia esta nueva modalidad de trabajo. Concluye este estudio con una breve evaluación de hábitos alimentarios desarrollados durante los periodos de trabajo en línea, permitiendo detectar si el trabajo en esta modalidad implica alguna modificación en el consumo de ciertos alimentos específicos que pudieran impactar en la salud.

**Palabras clave**— Actividades académicas, modalidad en línea, hábitos alimentarios, salud

## Introducción

Es necesario distinguir que la modalidad a distancia tradicional es aquella en la que el estudiante puede aprender asincrónicamente y en cualquier momento sin tener algún tipo de conocimiento tecnológico o conexión a internet, entregando materiales físicos que el centro educativo brinda (por correo certificado) y la comunicación entre profesores y alumnos es vía remota. Mientras que la educación virtual requiere conocimientos de internet, medios de comunicación online y plataformas, además del contacto entre docente y alumno; llevando así la revisión de materiales, trabajos e interacciones programadas (2018).

La UNESCO ha definido la educación a distancia como cualquier proceso educativo en el que toda o la mayor parte de la enseñanza es llevada a cabo por alguien que no comparte el mismo tiempo y espacio que el alumno, por lo que toda o la mayoría de la comunicación entre profesores y alumnos se desarrolla a través de un medio artificial, sea electrónico o impreso (UNESCO, 2002)

Este desarrollo se comienza a generar a la par del surgimiento de los sistemas postales que daban oportunidad a la transmisión regular y a un costo accesible de cartas aproximadamente en el año de 1680, con el nacimiento de penny post (García Aretio, 1999). Al inicio el concepto de la educación a distancia tradicional era transmitir conocimientos a través de servicios postales pero sin institución intermediaria que acreditara o supervisara los conocimientos impartidos o capacitación del destinatario una vez que finalizaba su formación no presencial. Sin embargo con el tiempo, nuevas formas de expansión para esta modalidad fueron surgiendo al presentarse la necesidad por parte de las instituciones de proporcionar modelos educativos alternativos y con mayor flexibilidad al de la educación tradicional y presencial para llegar a otros sectores de la población, especialmente a quienes no tenían acceso a la formación universitaria. (VILLALONGA, 2015)

## Descripción del Método

Se realizó un estudio de tipo descriptivo y transversal con enfoque cualitativo, donde la población de estudio fueron estudiantes universitarios de los cuáles se obtuvo una muestra por conveniencia de 80 estudiantes mediante

<sup>1</sup> Dra. María Guadalupe Pérez Galaviz, es profesora de la Licenciatura en Nutrición en la Universidad Autónoma de Zacatecas, México, [maria.perez@uaz.edu.mx](mailto:maria.perez@uaz.edu.mx)

<sup>2</sup> Dra. Rosaura Olivia Medina Larios, es profesora de la Licenciatura en Nutrición en la Universidad Autónoma de Zacatecas, México, [rosaura.medina@uaz.edu.mx](mailto:rosaura.medina@uaz.edu.mx)

<sup>3</sup> M.C. Héctor Emmanuel Valtierra Marín es profesora de la Licenciatura en Agronomía en la Universidad Autónoma de Zacatecas, México, [hectoruaz@hotmail.com](mailto:hectoruaz@hotmail.com)

<sup>4</sup> Dra. Maureen Patricia Castro Lugo, es profesora de la Licenciatura en Nutrición en la Universidad Autónoma de Zacatecas, México, [mpcl\\_5@hotmail.com](mailto:mpcl_5@hotmail.com)

<sup>5</sup> Dra. Ana Gabriela Galicia Rodríguez, es profesora de la Licenciatura en Nutrición en la Universidad Autónoma de Zacatecas, México, [gabrielagr\\_26@hotmail.com](mailto:gabrielagr_26@hotmail.com)

muestreo aleatorio. La técnica de recolección de datos fue mediante aplicación de encuesta tipo cuestionario con respuestas de opción múltiple, de igual forma para la tabulación y análisis de datos se utilizó el programa de Excel y formularios de google.

El conocer la percepción de los estudiantes acerca de las nueva modalidad de educación online, es importante para valorar y considerar los contextos que los estudiantes enfrentan día con día para poder integrarse de manera adecuada a sus programas de educación. Así como la valoración de los contenidos, estrategias, tiempos y actividades desarrolladas durante este periodo; ya que esto permitirá rediseñar y reestructurar las herramientas y métodos para la transmisión del aprendizaje.

Se utilizaron diferentes cuestionamientos relacionados con el desarrollo de actividades académicas online, desde el conocimiento o desconocimiento del trabajo en entornos virtuales, tipos de plataformas más utilizadas, aparatos o dispositivos más utilizados, dificultades técnicas más presentadas, buscadores de información más utilizados, cantidad de sesiones en línea, impacto de las tareas en el reforzamiento de los conocimientos entre otros, además de una sección en donde se evalúan algunos hábitos alimentarios básicos presentados en los estudiantes durante la pandemia. Con la idea de dar seguimiento longitudinal de la población para poder detectar cambios en la perspectiva de los estudiantes.

### Resultados

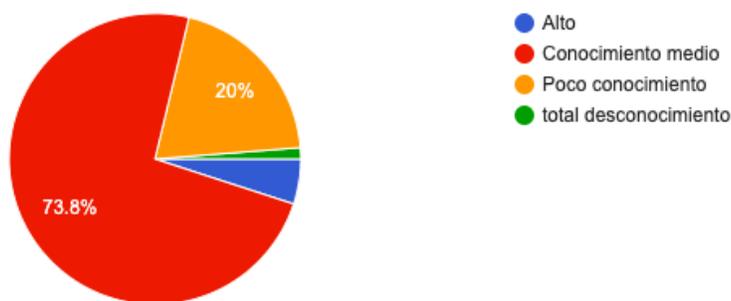


Figura 1. Nivel de conocimiento de Entornos virtuales. Fuente: Elaboración propia. 2020

En la figura 1 se muestra que solo un 4.5% de los estudiantes manifestó contar con un alto conocimiento en los entornos virtuales de trabajo académico, mientras el 73% de alumnos consideró contar con conocimiento medio, 20% poco conocimiento y un 1.2% total desconocimiento. Lo cual nos indica que pueden estar haciendo falta recursos de capacitación así como la implementación de actividades en línea durante el trabajo de los programas presenciales con la finalidad de dotar de habilidades digitales a los futuros profesionales.

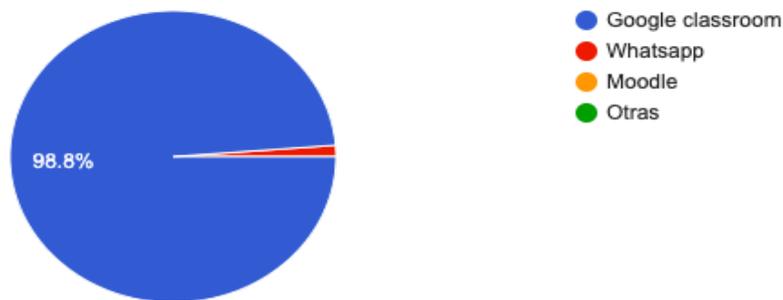


Figura No. 2. Plataforma más utilizada durante las clases en línea. Fuente: Elaboración propia. 2020

La figura 2 muestra que la plataforma mayormente utilizada fue Google classroom, por un 98.8% de los estudiantes, mientras tan solo un 1.2% utilizó whatsapp. Por lo que es necesario ampliar el conocimiento acerca de las diversas plataformas existentes, con la finalidad de adecuar cada una de ellas al contexto educativo en cuestión, así como el tipo de nivel de educación.

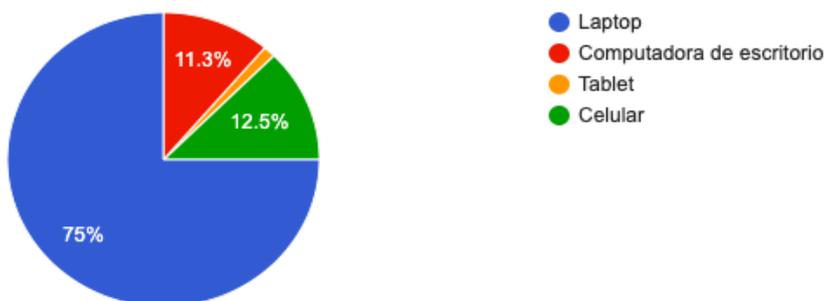


Figura 3. Aparatos o dispositivos más utilizados para desarrollar tus actividades académicas. Fuente: Elaboración propia. 2020

En la siguiente figura 3, la laptop fue el dispositivo mayormente utilizado por un 75% de los estudiantes, seguido del uso de celular con un 12.5%, posteriormente un 11.3% para computadora de escritorio y solo un 1.2% usó la tablet. Es importante considerar el aporte de herramientas para el mantenimiento y actualizaciones correctas para el uso de laptops y celulares de manera que el soporte de infraestructura para el estudiante pueda ser de calidad, sin embargo considerar la diferencia entre una computadora de escritorio y una tablet también es importante para valorar el uso de ciertas plataformas de videoconferencias.



Figura 4. Dificultades técnicas más presentadas en el desarrollo de las actividades académicas. Fuente: Elaboración propia. 2020

El 37.5% de los estudiantes no presentaron dificultades para desarrollar sus actividades académicas, sin embargo el 31.3% si tuvo dificultades con el acceso limitado al internet, un 16.3% presentó incompatibilidad de sus dispositivos con el material proporcionado, mientras un 7.5% tuvo nulo acceso a internet, y un 7.5% problemas de falta de dispositivo electrónico propio. Por lo que se ve una marcada brecha en los tipos de acceso a las actividades en línea que presenta cada alumno y es necesario marcar diferentes modelos para implementar los programas educativos aún en línea, esto según la figura 4.

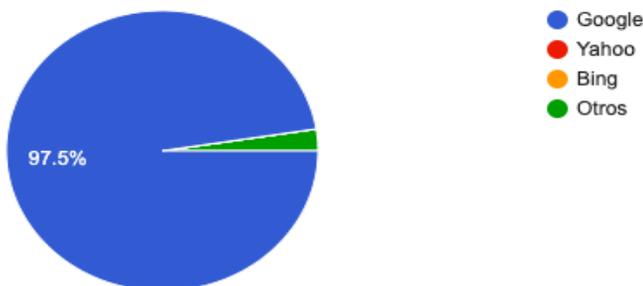


Figura 5. Buscadores más utilizados para recabar información para trabajos en línea. Fuente: Elaboración propia. 2020

En cuanto a la figura 5, el buscador más utilizado fue Google por un 97.5% de los estudiantes mientras solo 2.5% utilizó otro servicio de buscador. Existen en la actualidad una inmensa variedad de buscadores según la finalidad del conocimiento que se quiere obtener por lo que hay que ampliar las opciones de búsqueda del alumnado y facilitar el acceso a servidores especializados en búsqueda académica.

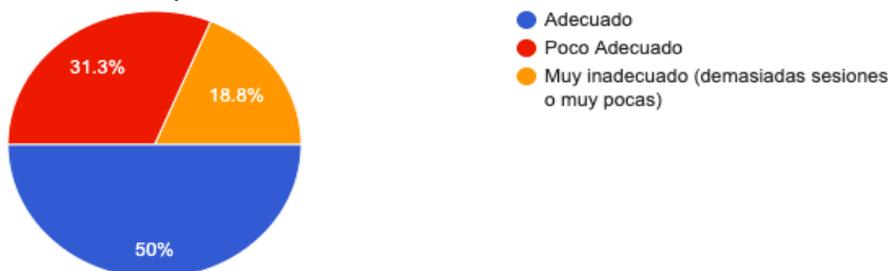


Figura 6. Percepción de la adecuación del número de sesiones en línea. Fuente: Elaboración propia. 2020

En cuanto a la figura 6, el 50% de los estudiantes percibieron que el número de sesiones en línea fue adecuado, mientras que el 31.3% mencionó que este número es poco adecuado y finalmente un 18.8% expresó que este número fue muy inadecuado al ser excesivas o muy pocas. Se requiere revisar los modelos aplicados en diferentes países en el momento de la integración de la educación a la modalidad online por pandemia COVID-19 para comparar las estrategias y el tiempo que está funcionando para las clases en línea.

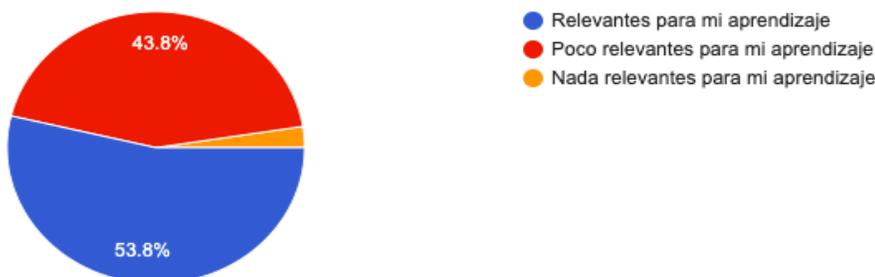


Figura 7. Reforzamiento del aprendizaje por parte de las tareas sugeridas. Fuente: Elaboración propia. 2020

El 53.8% de los alumnos consideró que las tareas sugeridas ayudaron a reforzar el aprendizaje, mientras que 43.8% consideró que fueron poco relevantes y tan solo 2.5% consideraron que el reforzamiento fue poco relevante. Necesitan desarrollarse diversas estrategias de reforzamiento que inviten a la práctica y desarrollo de proyectos vivenciales, esto arrojó la figura 7.

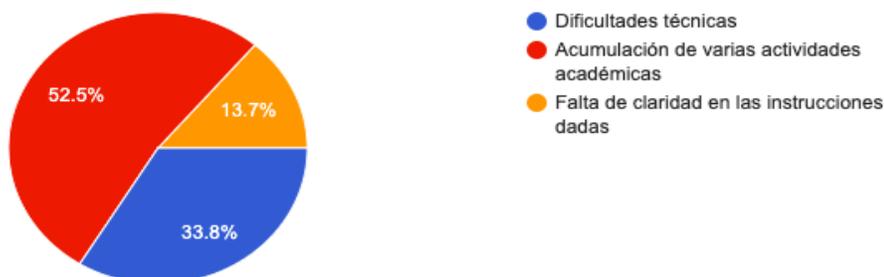


Figura 8. Motivos frecuentes de fallas en las tareas. Fuentes: Elaboración apropiada. 2020

El 52.5% de los estudiantes fallaron en sus tareas a causa de acumulación de varias actividades académicas, mientras un 33.8% a causa de dificultades técnicas y solo un 13.7% por falta de claridad en las instrucciones

proporcionadas. La figura 8 revela que se tienen que considerar las posibles fallas técnicas y la fluidez en el desarrollo de actividades así como la integración de proyectos entre materias para disminuir la carga de trabajo.

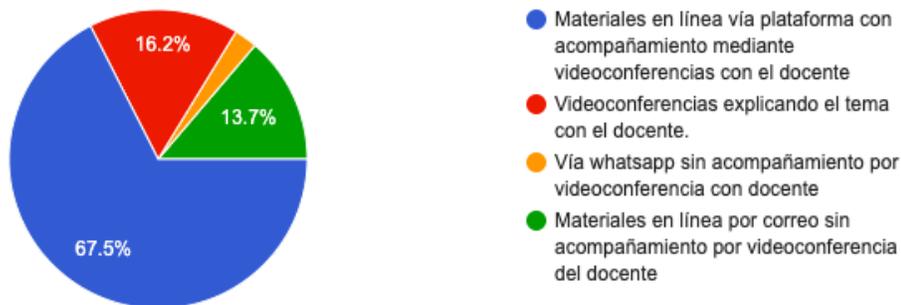


Figura 9. Método de trabajo en plataforma preferido. Fuente: Elaboración propia. 2020

La figura 9 menciona que los alumnos prefirieron en un 67.5% contar con materiales en línea vía plataforma con acompañamiento mediante videoconferencias con el docente, un 16.2% prefirió videoconferencias con el docente explicando el tema, un 13.7% prefiere los materiales en línea por correo sin acompañamiento del docente y un 2.5% prefirió recibir los materiales vía whatsapp sin acompañamiento del docente. Se debe reforzar la perspectiva del docente y la función asesora de este para reestablecer un vínculo e interacción que permita reforzar los contenidos

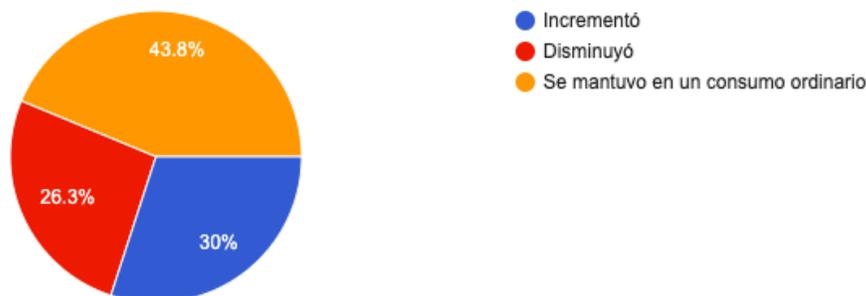


Figura 10. Percepción del apetito por frutas y verduras durante el trabajo en línea. Fuente: Elaboración propia.2020

Se observa en la figura 10 que el 43.8% de los estudiantes mencionaron que su apetito se mantuvo en un consumo ordinario, mientras que el 30% si notó un incremento y un 26% mencionó que dicho apetito disminuyó. A pesar de que en la mayoría de los alumnos el apetito por estos alimentos permaneció igual, si es importante recalcar que al incrementarse el consumo de estos alimentos, es probable que el rendimiento académico pueda mejorar si se logra incrementar este 30%..

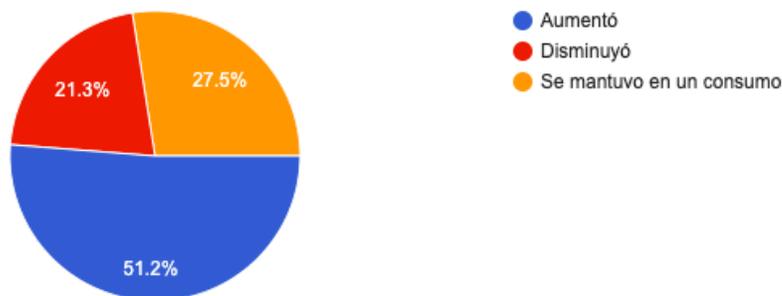


Figura 11. Consumo de harinas y productos panificados durante las horas de trabajo en línea. Fuente: Elaboración propia. 2020

Por otra parte la figura 11 muestra que el 51.2% de los alumnos aumentaron su consumo de harinas y productos panificados durante las horas de trabajo en línea, mientras un 27.5% mantuvo un consumo ordinario y 21.3% disminuyó su consumo de estos productos. Las harinas y productos panificados consumidos de forma excesiva pueden generar cambios en la glucosa de la sangre nocivos para la salud, además de contribuir junto con el sedentarismo al sobrepeso y obesidad por lo que se debe cuidar que no incremente la preferencia de estos alimentos a mayores porcentajes.

### Conclusiones

Deben ser consideradas las posibles dificultades que enfrentan los alumnos para poder contar con una conectividad de calidad a sus actividades académicas, al igual que las posibles fallas técnicas que permitan fluir de manera correcta dicho desarrollo de sesiones de clase. Por otro lado deben tomarse en cuenta la integración de proyectos entre materias para disminuir la carga de trabajo, así como diseñarse diversas estrategias de reforzamiento que inviten a la práctica y desarrollo de proyectos vivenciales.

Se requiere revisar los modelos aplicados en diferentes países en el momento de la integración de la educación a la modalidad online por pandemia COVID-19 para comparar las estrategias y el tiempo sugerido para las actividades frente a la pantalla, y cotejar lo que está funcionando actualmente; por otra parte considerar que en la actualidad se cuenta con una inmensa variedad de buscadores según la finalidad del conocimiento que se quiere obtener, por lo que hay que ampliar las opciones de búsqueda del alumnado y facilitar el acceso a servidores especializados en búsqueda académica.

Es necesario estar al tanto de la marcada brecha en los tipos de acceso a las actividades en línea que presenta cada alumno y por ende buscar la creación de diferentes modelos de actividades y por otro lado vigilar los hábitos alimentarios de los estudiantes, logrando que sus consumos alimenticios sean de calidad nutricional y gran aporte para beneficios cerebrales y neuronales; disminuyendo el consumo de harinas y productos panificados consumidos de forma excesiva, aumentando el consumo de frutas y verduras al igual que el total de agua ingerida por día.

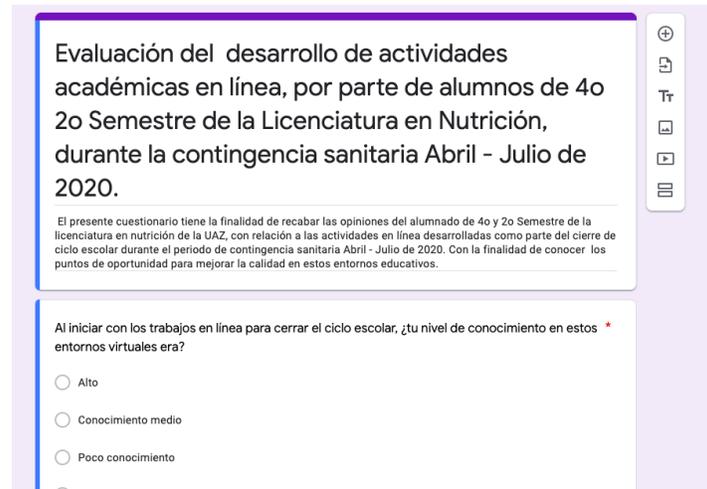
### Referencias

1. Abad, A. Aguirre, R. Benitez, E. 2020. "Marco de referencia para la consolidación en línea" Universidad Veracruzana. Obtenido el 24 de Agosto de 2020 del sitio: <https://www.uv.mx/orizaba/wp-content/uploads/2020/01/Marco-de-referencia-para-la-consolidacion-de-la-educacion-en-linea-Enero2020.pdf>
2. Delgado, P. 2020. Lecciones el COVID-19 en el sector educativo. Observatorio de innovación educativa del Tecnológico de Monterrey. México 2020. Obtenido en Julio 2020 del sitio: <https://observatorio.tec.mx/edu-news/lecciones-covid-19-educacion>
3. Hermida, C. 2020. Pandemia de COVID-19, evidenció una brecha digital en México. Diario Universo, Universidad de la Veracruz, Xalapa Veracruz. Obtenido el 23 de Julio de 2020 del sitio: <https://www.uv.mx/prensa/general/pandemia-de-covid-19-evidencio-brecha-digital-en-mexico-alberto-hidalgo/>
4. INEGI, 2019. Estadísticas a propósito del día mundial del Internet. México. 2019. Obtenido el 3 de Agosto del 2020 del sitio: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/EAP\\_Internet20.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/EAP_Internet20.pdf)
5. Jardines, F. 2009. Desarrollo historico de la educación a distancia. UANL. San Nicolás de los Garza. México. 225-236.
6. Juca, F. 2016. La educación a distancia, una necesidad para la formación de los profesionales. Universidad y Sociedad. Vol. 8. No. 1. Ecuador. Cienfuegos. Obtenido el 12 de Septiembre de 2020 del sitio: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202016000100016](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000100016)
7. Kramarae, C., 2001. Third shift: Women learning online. Washington, DC, EE. UU.: American Association of University Women Educational Fundation. ISBN: 1879922290

8. Muñoz L. ¿Cuál es la diferencia entre programa académico a distancia, online o virtual?. Obtenido el 3 de Septiembre de 2020 del sitio: <https://www.emagister.com/blog/author/liliana-munoz/>
9. Ramírez, I. Jaliri, C. Méndez, B. “Como perciben los universitarios la educación virtual en tiempos de covid-19” Universidad de San Francisco Xavier Chuquisaca, Bolivia. Obtenido el 12 de Septiembre de 2020 del sitio: <http://formacionib.org/noticias/?como-perciben-los-universitarios-la-educación-virtual-en-tiempos-de-COVID-19>
10. Vieyra, A. 2020. Perspectivas de educación superior durante el periodo de confinamiento. Ey Parthenon. México. Obtenido el 23 de Agosto de 2020 del sitio: <https://go.ey.com/3jCyK89>
11. Villalonga, A. 2015. La Educación Superior a distancia. Modelos, retos y oportunidades. Oficina UNESCO, La Habana, Cuba. Obtenido el 8 de Agosto del 2020 del sitio: [http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Havana/pdf/educacion\\_a\\_distancia\\_modelo\\_final.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Havana/pdf/educacion_a_distancia_modelo_final.pdf)

## Apéndice

### Cuestionario utilizado en la investigación



**Evaluación del desarrollo de actividades académicas en línea, por parte de alumnos de 4o 2o Semestre de la Licenciatura en Nutrición, durante la contingencia sanitaria Abril - Julio de 2020.**

El presente cuestionario tiene la finalidad de recabar las opiniones del alumnado de 4o y 2o Semestre de la licenciatura en nutrición de la UAZ, con relación a las actividades en línea desarrolladas como parte del cierre de ciclo escolar durante el periodo de contingencia sanitaria Abril - Julio de 2020. Con la finalidad de conocer los puntos de oportunidad para mejorar la calidad en estos entornos educativos.

Al iniciar con los trabajos en línea para cerrar el ciclo escolar, ¿tu nivel de conocimiento en estos entornos virtuales era? \*

Alto

Conocimiento medio

Poco conocimiento

# PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EMPRESAS DEL SECTOR ABARROTERO DE VILLAHERMOSA, TABASCO

Pablo Pérez Jiménez Ing.<sup>1</sup>, Dra. Juana María Morejón Sánchez<sup>2</sup>,  
Dr. José Luis Meneses Hernández<sup>3</sup> e Ing. Manuela de Jesús Montejo Zamudio<sup>4</sup>

**Resumen**—En la actualidad se considera, que mejorar la productividad dentro de las organizaciones es sinónimo de progresar económicamente. Una organización que no evalúa y mejora su productividad tiende a reducir su permanencia en el mercado. En esta investigación se analizó la productividad del sector Abarrotero de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, en relación con las variables del contexto: cultural, económica, política, tecnológica, social y ambiental, donde se pudo determinar que la variable cultural es la que más ha influido en el Sector Abarrotero, lo que ha venido a afectar a este sector en su productividad. Se utilizaron las técnicas de Brainstorming y Delphi, las cuales fueron aplicadas por medio de un instrumento dentro de este sector, generando resultados de las variables de investigación, para posteriormente diseñar una propuesta a través de un Modelo para mejorar la Productividad de este sector.

**Palabras clave**—productividad, sector abarrotero, variables, modelo.

## Introducción

La productividad es medible, por lo tanto, siempre se puede mejorar. Existen empresas que solo evalúan la productividad en las áreas que consideran de mayor importancia dentro de sus organizaciones, cuando lo correcto es medir, cada una de las áreas que conforman a la misma. La productividad es una variable que debe medirse de forma constante y rigurosa, ya que, es un indicador que no debería pasarse por alto y que permite conocer cada parte de la productividad de la empresa, en que está fallando y que se debe corregir, para aumentar la misma. Por lo antes expuesto se realizó la investigación sobre una propuesta de mejora de la productividad en las empresas del sector abarrotero de Villahermosa, Tabasco. En esta investigación se desarrollan las Generalidades del proyecto, donde se consideran sus antecedentes, planteamiento del problema, justificación, entre otros. En seguida se estructura el Marco contextual, visualizando la variable de investigación en los diferentes contextos: internacional, nacional y local; Luego los fundamentos teóricos en los cuales se sustenta esta variable. Posteriormente se presenta la Metodología de la investigación, donde se utilizan dos técnicas la de Brainstorming y el Método Delphi. Se diseña un instrumento aplicado a los directivos de empresas del sector abarrotero. De los resultados obtenidos, se diseña una propuesta de mejora para la productividad del sector abarrotero, a través de un modelo. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

**Antecedentes de la investigación.** La Asociación Nacional de Abarroteros Mayoristas (ANAM. 2019), informa que, en julio de este año, el valor de las ventas de abarrotes en el país creció 10% y el de vinos y licores sin considerar cerveza aumentó 10.5%. El organismo destacó que según un estudio elaborado por la consultora “Información Sistematizada de Canales y Mercados” (ISCAM), las categorías de abarrotes que mayor crecimiento mostraron en este mes de julio fueron los comestibles y el alimento para mascotas, seguido por papel, productos de higiene personal y de limpieza y cuidado del hogar. La asociación informó que el canal abarrotero mayorista muestra un crecimiento sostenido en el valor de sus ventas y desarrolla acciones que impulsan su dinamismo a nivel nacional, como la XXIII Expo Venta ANAM 2019. El canal abarrotero mayorista abastece a más de 623,000 tiendas detallistas, que representan el 85% de la totalidad de este tipo de establecimientos en el país.

**Planteamiento del problema.** Se percibe en las grandes empresas abarroteras, la falta de estandarización en sus procesos, basada en la falta de atención de aspectos cualitativos y cuantitativos, ya que, no se puede dejar de lado o sobreponer uno de estos sobre el otro, ambos son importantes, forman parte y aportan en menor o mayor grado para lograr la productividad de las organizaciones, dada la desatención de estos aspectos esenciales se genera solamente eficacia mas no eficiencia, ya que, no se trabaja dentro de un método formal establecido técnicamente.

<sup>1</sup> Pablo Pérez Jiménez Ing. es estudiante de la Maestría en Planificación de empresas y Desarrollo Regional, Tecnológico Nacional de México/ Campus Villahermosa Tabasco, México. [pablopervezjimenez10@gmail.com](mailto:pablopervezjimenez10@gmail.com)

<sup>2</sup> La Dra. Juana María Morejón Sánchez es profesora investigadora de la Maestría en Planificación de empresas y Desarrollo Regional, Tecnológico Nacional de México/ Campus Villahermosa Tabasco, México. [juamoresan59@hotmail.com](mailto:juamoresan59@hotmail.com)

<sup>3</sup> El Dr. José Luis Meneses Hernández es profesor investigador de la Maestría en Planificación de empresas y Desarrollo Regional, Tecnológico Nacional de México/ Campus Villahermosa Tabasco, México. [menesh21@hotmail.com](mailto:menesh21@hotmail.com)

<sup>4</sup> La Ing. Manuela de Jesús Montejo Zamudio es estudiante de la Maestría en Planificación de empresas y Desarrollo Regional, Tecnológico Nacional de México/ Campus Villahermosa Tabasco, México. [montejoza@gmail.com](mailto:montejoza@gmail.com)

Por lo tanto y dado los aspectos mencionados con antelación, se presentan dificultades al tratar de implementar métodos establecidos como: acomodamiento de anaqueles, rotación adecuada del personal, distribución y almacenamiento de productos, capacitaciones, así como contratiempos en las diferentes áreas o procesos tales como: procesos de ventas, recursos humanos, seguridad, calidad, atención al cliente, entre otros.

**Justificación.** El presente proyecto resulta relevante, ya que, el análisis de la productividad en las grandes abarroteras de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, facilitará la pertinente identificación de sus áreas de oportunidad, dando las bases para generar una propuesta de mejora que permita al sector contar con un modelo formal para su desarrollo otorgando beneficios en todas las partes que integran a las empresas, logrando una mejora continua. No siempre que una empresa incrementa su producción está relacionada con el aumento de su productividad, por esta razón es necesario analizar a las empresas de forma integral, desde un enfoque sistémico.

**Objetivo general.** Determinar una propuesta de mejora de la productividad en empresas del sector abarrotero en Villahermosa, Tabasco.

**Pregunta de investigación.** ¿Las variables cultural, económica, política, tecnológica, social y ambiental afectan la productividad del sector abarrotero en Villahermosa, Tabasco?

**Formulación de la Hipótesis.** Las variables cultural, económica, política, tecnológica, social y ambiental, inciden de manera significativa en la productividad del sector abarrotero en Villahermosa, Tabasco.

**Identificación de las variables.** Variable dependiente o de investigación: Productividad en el sector abarrotero. Variables independientes: cultural, económica, política, tecnológica, social y Ambiental.

**Marco contextual. Productividad del sector abarrotero en el ámbito internacional.** Debido a la cercanía con Estados Unidos, México es el mercado natural de expansión del supermercado de la Unión Americana. De esta forma han incursionado modelos europeos sin tener éxito como fue el caso de Carrefour o bien Auchan, sin embargo, salieron del mercado nacional porque está el jugador número uno del mundo Walmart con una participación del 51.4%, Comercial mexicana 6.6%; Chedraui 7.7%; Soriana 14.3%; otros 20.0% en el total de autoservicios (ANAM- 2016). Como parte de la investigación y con la finalidad de conocer la situación actual en la que se encuentran las grandes empresas el sector de abarrotes a nivel internacional es como se llega a localizar, Mercadona (Mercadona, s.f.) y Lidl (Lidl, s.f.), dos cadenas importantes de supermercados. Mercadona es una empresa de capital familiar y una de las principales compañías de supermercados físicos y online en España la cual tiene por objetivo asumir la responsabilidad de prescribirle a “El Jefe” (cliente) la mejor opción para satisfacer sus necesidades de alimentación, limpieza del hogar, higiene personal y cuidado de mascotas. Gracias a ello, cerca de 5.4 millones de clientes depositan diariamente su confianza en la compañía. Fundada en 1977 por el Grupo Cárnicas Roig, en la actualidad dispone de 1,637 tiendas en toda España y 10 en Portugal, a la fecha (20/04/2020) cuentan con una plantilla de 90.000 personas orientadas a la excelencia, 900 de ellas de Portugal. **Productividad del sector abarrotero en el ámbito nacional.** El sector abarrotero ha tenido un crecimiento en el inicio del segundo semestre (2020), con un aumento de 10.2% en valor de ventas, lo cual se traduce a 18,294 millones de pesos en este sector, según informa las autoridades correspondientes. El crecimiento es hecho en comparación con las ventas del mismo semestre del año pasado. Según indica el presidente ejecutivo de la Asociación Nacional de Abarroteros Mayoristas, el crecimiento se debe a la estabilización y la recuperación parcial que se tuvo en el mes de junio. Si bien la pandemia ha afectado a grandes cadenas de comercios y producción, los abarrotes han sido pequeños oasis que permiten liquidez económica que apoya a la economía local. Hubo un aumento del 2.8% m/m en cuanto a los mayoristas, por otro lado, los minoristas aumentaron un 0.2%. En general, todas las categorías subieron un porcentaje considerable. Como se menciona en el reporte, en los últimos 12 meses hubo una recuperación del 8.8%. Las categorías que se destacan son los comestibles, con 11%, mascotas con un 7%, que creó una venta total de 209,567 millones de pesos. En otro ámbito quedan los artículos correspondientes a las golosinas y licores, que han logrado una cantidad de ventas de 76,000 millones de pesos. Algunos proveedores han tenido decrecimiento, como Ontex, Lala, Kimberly, Hessity, Henkel y Papel San Francisco. Por otro lado, las marcas con más crecimiento y participación son: PISA, Mondelez, ADM, McCormick, AlEn, Zucarmex, Maruchan, Bimbo y Sc Johnson, Gamesa, Nescafé, Vogue y Kleen Bebé. Con un valor estimado de 165 mil millones de pesos, el sector abarrotero en México (2019), representa el 1.12% del PIB anual del país. Sin embargo, la entrada de nuevos jugadores ha generado un reto a nivel logístico para distribuidores de abarrotes. Como resultado, estas compañías están utilizando tecnología que optimiza y hace más eficiente la cadena de suministro, con el fin de ofrecer al usuario experiencias únicas, placenteras y repetibles. Ante dicho escenario, Sahuayo, líder nacional en distribución de abarrotes y productos complementarios, decidió iniciar con la transformación de su operación al crear su nuevo macrocentro de distribución el cual se encuentra habilitado con las mejores prácticas y la solución Manhattan SCALE el cual fue implementado con la asesoría de LDM y se encuentra ubicado en el municipio de Tultitlán, Estado de México, el cual se suma a sus otros 21 centros de distribución, con lo cual podrá atender a más de 40,000 clientes en todo el país. En México, a nivel nacional existe la Asociación Nacional de Abarroteros Mayoristas, A.C. (ANAM, s.f.)

fundada en 1996, la cual surgió con el objetivo de lograr representatividad a nivel nacional ante las autoridades federales y con sus principales proveedores. La asociación está conformada por empresas de abarrotes en su calidad de mayoristas. Todos ellos poseen la característica de comercializar productos que recaen dentro de la categoría de abarrotes, mismos que se surten a todas las misceláneas del país. Las empresas mayoristas que conforman la ANAM, representan el 90 % del total de facturación de los mayoristas del país. Mismas que representan el 1 % del PIB nacional. Las empresas abarroteras que se unen a la ANAM lo hacen con el fin de buscar consolidación a nivel nacional, y por qué no, a nivel internacional. Es por ello que creen importante unir esfuerzos en este sector tan generoso y noble que permite tener un mayor grado de negociación, presencia y poder de subsistencia en mercados tan competidos, en los que se buscan siempre mejores precios, mayores beneficios, mejores condiciones para negociar, entre otros. **Productividad del sector abarrotero en el ámbito local.** De acuerdo a la investigación realizada por la Izeta (2016) de la universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), y la cual lleva por nombre, El Ciclo de Vida de las MIPYMES en el Estado de Tabasco. La investigación menciona que las Micros, Pequeñas y Medianas Empresas son de gran importancia en México para la economía nacional, por las diferentes aportaciones que generan, entre ellas la producción, distribución de bienes y servicios. Las Micros, Pequeñas y Medianas Empresas en Tabasco representaban más del 90.0% de las unidades económicas registradas por el INEGI en el Censo Económico de 2014, y se apoderaban de más del 91.3% de la población ocupada. Las estructuras de MIPYMES son sencillas y de poca jerarquía, por esta razón tienen la facilidad de reaccionar de manera inmediata y eficiente a los diferentes cambios, ya sean internos o externos. Como resultado de la investigación presentada en este aparatado, se determina, que la economía tabasqueña tiene un menor crecimiento económico a nivel nacional en el sector de las micros, pequeñas y medianas empresas, con una tasa de crecimiento de 19.9% de las cuales mueren 28.8% teniendo un crecimiento de 8.9% para la entidad. La productividad por sectores en el estado es heterogénea, se puede afirmar que la economía tabasqueña tiene un grado de madurez en el ciclo de vida de las MIPYMES en la entidad, donde es estable y difícil de mantener por los constantes cambios, ya sean tecnológicos o por rotación del personal, estos afectan los factores interno y externo de las MIPYMES.

**Marco Teórico.** El concepto de productividad es definido de varias formas, por diferentes autores: La productividad implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlos (entradas o insumos) Carro y Gonzalez (2012). Mientras que, Gutiérrez (2010), comenta que la productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. La productividad es el uso eficaz de la innovación y los recursos para aumentar el agregado añadido de productos y servicios. La productividad de su empresa, por lo tanto, indica el grado de utilidad de sus recursos (insumos de entrada). Al aumentar su productividad, mejora el rendimiento de su empresa y, por lo tanto, aumenta sus ganancias, Oficina Internacional del Trabajo, (2016). La importancia de la productividad para aumentar el bienestar nacional se reconoce ahora universalmente. No existe ninguna actividad humana que no se beneficie de una mejor productividad. Es importante porque una parte mayor del aumento del ingreso nacional bruto, o del PNB, se produce mediante el mejoramiento de la eficacia y la calidad de la mano de obra, y no mediante la utilización de más trabajo y capital. En otras palabras, el ingreso nacional, o el PNB, crece más rápido que los factores del insumo cuando la productividad mejora. Por tanto, el mejoramiento de la productividad produce aumentos directos de los niveles de vida cuando la distribución de los beneficios de la productividad se efectúa conforme a la contribución. En la actualidad, no sería erróneo indicar que la productividad es la única fuente mundial importante de un crecimiento económico, un progreso social y un mejor nivel de vida reales. Por consiguiente, se reconoce que los cambios de la productividad tienen considerable influencia en numerosos fenómenos sociales y económicos, tales como el rápido crecimiento económico, el aumento de los niveles de vida, las mejoras de la balanza de pagos de la nación, el control de la inflación e incluso el volumen y la calidad de las actividades recreativas. Esos cambios influyen en los niveles de las remuneraciones, las relaciones costos/precios, las necesidades de inversión de capital y el empleo. Así pues, una baja productividad produce inflación, un saldo comercial negativo, una escasa tasa de crecimiento y desempleo, Prokopenko (1989).

### Descripción del Método

La investigación de las grandes empresas del sector abarrotero se considera documental debido a que existen algunas fuentes secundarias que pueden considerarse para el desarrollo del mismo. En otro instante es descriptiva porque cada una de las variables de estudio serán descritas, porque describir es medir. Posteriormente la investigación se considera correlacional porque se podrá determinar el grado de relación de cada una de las variables independientes (cultural, económica, política, tecnológica, social y ambiental) sobre la variable de investigación (productividad), y ver cual o cuales son las que influyen sobre esta variable de investigación. Se utilizaron dos

técnicas: la de Brainstorming o lluvia de ideas y la de Delphi, porque se aprovechó la amplia experiencia de los participantes del sector abarrotero. Cuando se utilizó la técnica de Brainstorming se tuvo la participación de 9 directivos de empresas del sector (Soriana, Walmart, Chedraui, Abarrotera Monterrey, COMA, entre otras), donde hicieron planteamientos de las problemáticas que se les presenta en cada una de sus empresas, lo cual ha venido a perjudicar a su productividad, por lo que también compartieron sus experiencias para la solución de la problemática planteada. También se utilizó el método Delphi en el cual se les diseñó un instrumento de medición, por medio de la escala de Likert (Figura 1), donde se obtuvo información de cada una de las variables de la investigación (cultural, económica, política, tecnológica, social y ambiental) tanto independientes como dependiente (Productividad).

**Figura 1** Encuesta: Levantamiento de información a directivos del sector abarrotero.

Instrucciones: Marque con una X la respuesta de afirmación que usted considere. 5= Totalmente de acuerdo 4= De acuerdo 3= Ni de acuerdo, ni en desacuerdo (Indiferente) 2= En Desacuerdo 1= Totalmente en desacuerdo.

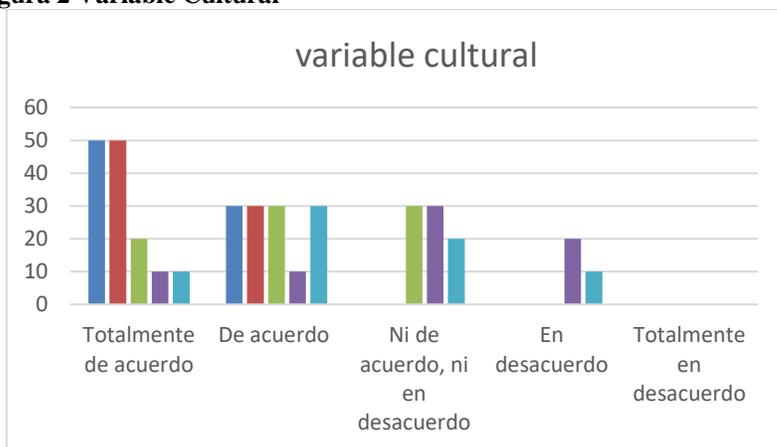
No.	Afirmaciones/ Variables	5	4	3	2	1
<b>Cultural</b>						
1	Es importante la motivación para el personal, para lograr mejorar su productividad					
2	Las capacitaciones son importantes para desarrollar nuevas habilidades					
3	La actitud de los trabajadores influye en la productividad de la empresa					
4	Los valores de los trabajadores son importantes para el desarrollo de nuevas estrategias de mejora en el servicio de calidad de la empresa					
5	Las costumbres y tradiciones del trabajador son importantes para el desarrollo de estrategias de mejora en los procesos					
<b>Económica</b>						
1	La empresa es sustentable económicamente					
2	Existe una importante relación con la secretaria de economía del estado					
3	La situación económica del estado ha afectado el crecimiento de mi empresa					
<b>Política</b>						
1	Es importante que la empresa cumpla con los requisitos establecidos en cuanto a normas de calidad, por el sector abarrotero					
2	La normatividad el sector abarrotero puede influir en la productividad de la empresa					
3	La empresa mantiene relación con el gobierno del estado					
<b>Tecnológica</b>						
1	Es importante la tecnología utilizada en la empresa, para el incremento en su productividad					
2	El personal debe estar capacitado para la utilización de las herramientas tecnológicas utilizadas en la empresa					
3	La maquinaria o equipos con los que cuenta mi empresa son hechas en México					
4	La maquinaria o equipos con los que cuenta mi empresa son de tecnología actualizada					
<b>Social</b>						
1	Es importante la opinión de los consumidores para el diseño de estrategias de mejora en el servicio					
2	La introducción de nuevos productos es importante en la relación con la comunidad					
3	Conciencia del personal para mejorar y adoptar nuevas tecnologías					
4	La sociedad tabasqueña permite el cambio de nuevos procesos de la empresa					
<b>Ambiental</b>						
1	Las condiciones ambientales del estado, como de inundación, han afectado mi empresa.					
2	El clima organizacional de la empresa afecta la productividad					
3	Las condiciones ambientales en mi empresa, son las adecuadas					
4	Las condiciones ambientales de la empresa son afectadas por su relación con proveedores					

5	La sociedad tabasqueña permite el crecimiento de la productividad de la empresa.					
---	--	--	--	--	--	--

Fuente: Percepción del autor.2020

Después de aplicado el instrumento mostrado en la figura 1, se pudo determinar el levantamiento de la información, donde se pudo determinar que cada una de las variables independientes (cultural, económica, política, tecnológica, social y ambiental) influye en la variable de investigación (Productividad del sector abarrotero). En este proyecto de investigación se determinó que las variables que más afectan la Productividad del sector abarrotero, son en primera instancia la variable cultural, seguida de la variable ambiental. Todas las demás variables también influyeron, pero en menor proporción. En la figura 2 se muestra los resultados de la variable cultural, donde de muestran en orden cada una de las afirmaciones del instrumento. Y en la figura 3 la variable ambiental, también se muestran en orden cada una de las afirmaciones del instrumento.

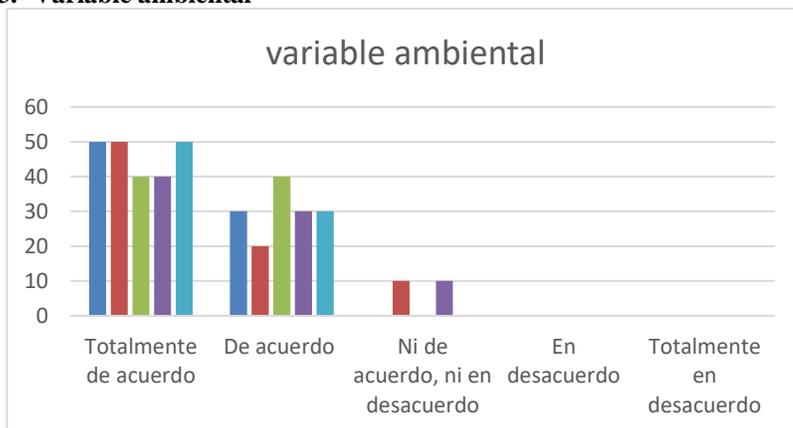
**Figura 2 Variable Cultural**



Fuente: Percepción del autor.2020

En la variable cultural, se puede determinar que es importante la motivación para el personal, para lograr mejorar su productividad, así como las capacitaciones para desarrollar nuevas habilidades.

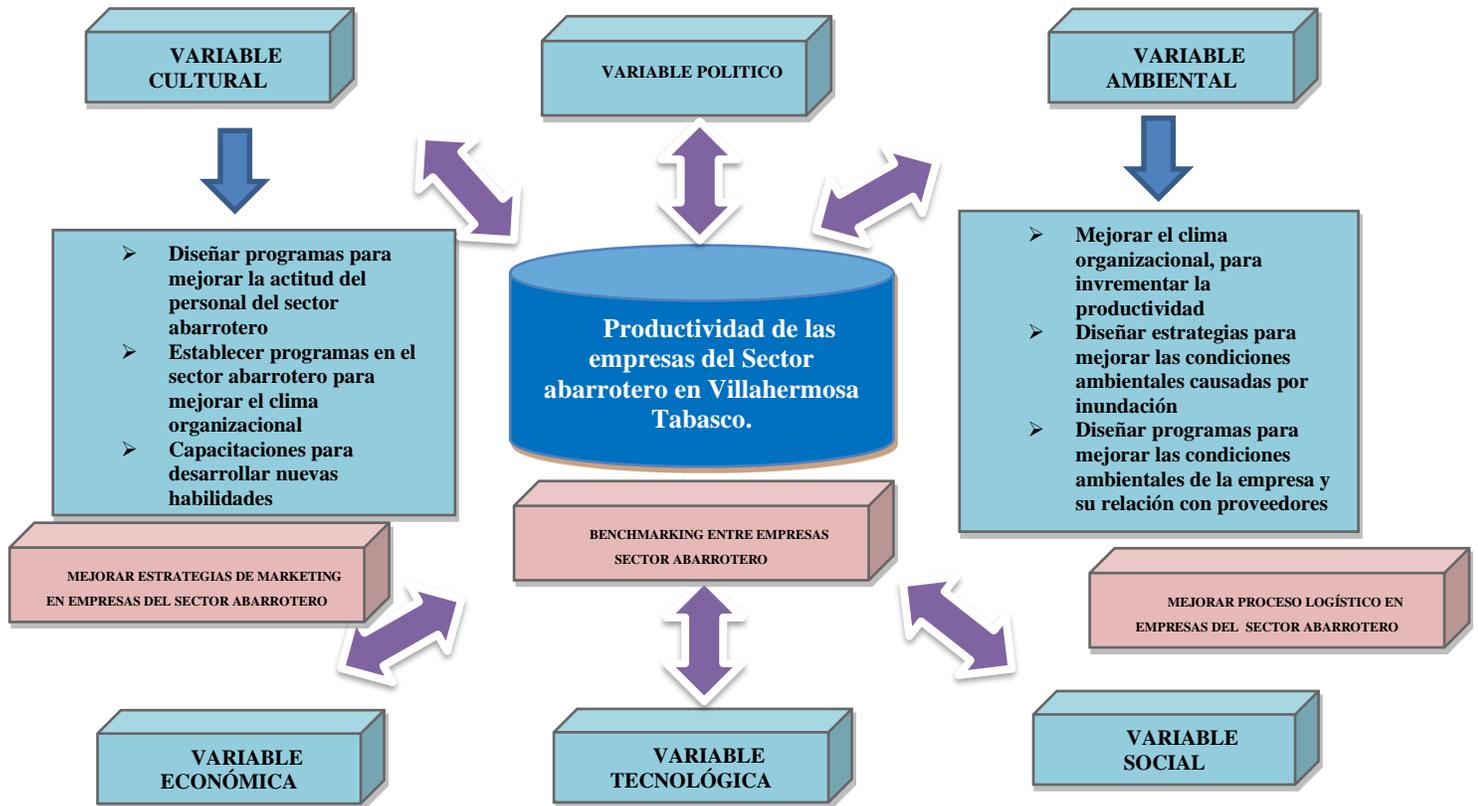
**Figura 3.- Variable ambiental**



Fuente: Percepción del autor.2020

En la variable ambiental se puede determinar que las condiciones ambientales del estado, derivadas de la inundación, han afectado la empresa, así como el clima organizacional de la empresa afecta la productividad. De los resultados obtenidos en la investigación se procede a diseñar una propuesta para mejorar la productividad en las empresas del sector abarrotero en Villahermosa Tabasco a través del diseño de un modelo que se muestra en la figura 4.

**Figura 4.- Modelo para mejorar la Productividad en las empresas del Sector Abarrotero, en Villahermosa, Tabasco.**



Fuente: Percepción del autor. 2020

**Conclusión.** Es importante en las empresas del sector abarrotero, diseñar estrategias para hacer Benchmarking entre ellas y lograr la ventaja competitiva entre las empresas del sector. Se pudo lograr el objetivo del proyecto, donde se determinó qué variables del contexto pueden influir más sobre la productividad de las empresas. Es importante que las empresas trabajen sobre estas variables, pero en especial sobre la cultura y la ambiental, diseñando estrategias que puedan ayudar a incrementar la productividad, por lo que se diseñó un modelo para lograr esto.

**Referencias bibliográficas**

Aragón, A., Rubio, A., Serna, A. M., & Chablé, J. J. (2010). Estrategia y competitividad empresarial: un estudio en las MiPyMEs de Tabasco. *Investigación y ciencia*.

Arrona, H. F. (1984). Productividad y Valor en la Empresa. En H. F. Arrona, *Calidad el Secreto de la Productividad*. México : EditoraTécnica.

Gutiérrez, P. H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Mercadona. (s.f.). *Mercadona*. Obtenido de Mercadona: <https://info.mercadona.es/es/conocenos>

Montes, L. (9 de Julio de 2019). *BUSINESS INSIDER*. Obtenido de BUSINESS INSIDER: <https://www.businessinsider.es/principales-cadenas-supermercados-paises-europeos-451705>

Pozo, P. A. (2015). Relación de productividad, motivación y la satisfacción laboral de los empleados de una empresa de seguros y su líder. *hitos de ciencia económico administrativas*(60). doi: <https://doi.org/10.19136/hitos.a0n60.1373>

Prokopenko, J. (1989). *La Gestión de la Productividad*. Ginebra, Suiza.: Organización Internacional del Trabajo.

# ESTRATEGIA PARA EL CONTROL DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LAS EMPRESAS DE LA REGIÓN TULA-TEPEJI

Myrna Urith Pérez Lugo MAC<sup>1</sup>, Mtra. Erika Castillo Serrano<sup>2</sup>,  
Mtro. Ismael Acevedo Sánchez<sup>3</sup> y Dra. Magda Gabriela Sánchez Trujillo

**Resumen**—En este artículo se presentan los resultados de una investigación llevada a cabo en las Pymes de la región Tula-Tepeji, en el que se realiza el análisis de las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo con la normatividad nacional vigente, buscando alternativas para las organizaciones que no cuentan con el cumplimiento de obligaciones laborales, donde sus relaciones con el personal son mínima, sin contar con herramientas o recursos en sus puestos de trabajo. Aportando conocimiento de herramientas tecnológicas a las organizaciones resistentes al cambio de la industria 4.0, en donde su maquinaria o equipo ya son obsoletos y sus tableros son manuales. Se propone para la producción en la industria 4.0, identificar estrategias más convenientes para dar solución al problema de los accidentes laborales que existen dentro de las industrias, con la finalidad de mejorar su ambiente de trabajo, evitando riesgos implementando herramientas de inteligencia artificial.

**Palabras clave**—Seguridad, higiene, industria 4.0, inteligencia artificial.

## Introducción

En todo proceso industrial es importante conocer sobre la seguridad e higiene para poder identificar y controlar las condiciones en un ambiente de trabajo, buscando la prevención de accidentes. Se requiere de la capacidad para identificar condiciones y actos inseguros que dentro de la industria pone en riesgo al personal, al espacio físico, la maquinaria y equipo. Por otro lado, para poder evaluar estas situaciones se necesita del apoyo de normas que permiten controlar las condiciones adecuadas del área de trabajo, donde se puede distinguir diferentes variables que mantienen un ambiente laboral seguro.

Actualmente los avances tecnológicos juegan un papel muy importante para el control de las condiciones de trabajo. Las tecnologías de la información y comunicación (TICs) son de gran aporte para el aumento de la productividad en los empleados y para la fabricación, proporcionando a las personas dispositivos inteligentes de realidad mixta, máquinas habilitadas para internet de las cosas (IoT) industrial y aplicaciones mejoradas por inteligencia artificial (IA).

La Organización Internacional del Trabajo (2019), menciona que los avances tecnológicos afectan a todos los aspectos del trabajo, desde quién o qué realiza el trabajo, cómo y dónde se realiza y qué trabajo se realiza, cómo se organiza el trabajo y las condiciones en que se realiza, así como a la seguridad y salud de los trabajadores.

La cuarta revolución industrial, no solo consiste en máquinas y sistemas inteligentes y conectados. Su alcance va desde la secuenciación genética hasta la nanotecnología, y de las energías renovables a la computación cuántica. Es la fusión de estas tecnologías y su interacción a través de los dominios físicos, digitales y biológicos lo que hace que la cuarta revolución industrial sea fundamentalmente diferente de las tres anteriores (Schwab, 2016).

De acuerdo con el análisis de la seguridad e higiene en base a la normatividad y considerando los fundamentos para la producción en la industria 4.0, se propone el desarrollo de un sensor de riesgos, esto para prevenir a tiempo los accidentes laborales, y para la formación de los empleados un curso de capacitación mediante un chat-bot, en donde se centran los contenidos del curso sobre temas básicos de seguridad e higiene, con la finalidad de que los empleados tomen el curso y hagan conciencia de los riesgos que pueden existir en la jornada laboral.

<sup>1</sup> La Mtra. Myrna Urith Pérez Lugo es Profesora de Procesos Industriales en la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, Tula de Allende, Hidalgo, México [myrnaurith.perez@uttt.edu.mx](mailto:myrnaurith.perez@uttt.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Mtra. Erika Castillo Serrano es Profesora de Procesos Industriales en la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, Tula de Allende, Hidalgo, México [erika.castillo@uttt.edu.mx](mailto:erika.castillo@uttt.edu.mx)

<sup>3</sup> El Mtro. Ismael Acevedo Sánchez es Profesora de Desarrollo de negocios en la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, Tula de Allende, Hidalgo, México [Ismael.acevedo@uttt.edu.mx](mailto:Ismael.acevedo@uttt.edu.mx)

<sup>4</sup> La Dra. Magda Gabriela Sánchez Trujillo es Profesora de Administración en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tepeji del Río, Hidalgo, México [mgabyst@gmail.com](mailto:mgabyst@gmail.com)

Estas herramientas se desarrollan de acuerdo al índice de accidentes laborales que han sufrido los empleados de organizaciones de giro industrial, buscando su prevención y fortaleciendo para que su formación sea cada vez más efectiva para desarrollar sus actividades laborales sin ningún riesgo.

### Descripción del Método

#### Descripción del sistema

En las organizaciones es importante salvaguardar la integridad de los trabajadores. Se debe proteger al trabajador en cuestión de seguridad e higiene para evitar caídas, torceduras, fracturas, amputaciones, enfermedades o hasta la muerte dentro de sus áreas de trabajo. En muchas ocasiones estas situaciones ocurren por la falta de información o por evadir normas y procedimientos que mantienen la higiene.

Siempre que se habla de seguridad se debe de considerar las medidas y técnicas con las que se están efectuando los trabajos, de esta forma se apoya a la higiene para que se puedan evitar las enfermedades laborales.

La seguridad y salud en el trabajo son los programas, procedimientos, medidas y acciones de reconocimiento, evaluación y control que se aplican en los centros laborales para prevenir accidentes y enfermedades de trabajo, con el objeto de preservar la vida, salud e integridad física de los trabajadores, así como de evitar cualquier posible deterioro al centro de trabajo, STPS(2012).

Para que el trabajador esté sensibilizado con estos términos en su área laboral, lo primero que debe de hacer la organización es introducirlo a la importancia de la terminología industrial, él requiere estar relacionado con su entorno en cuestión de seguridad e higiene, por lo que se puede dar inducción al trabajador bajo los siguientes términos que se muestran en la figura 1.

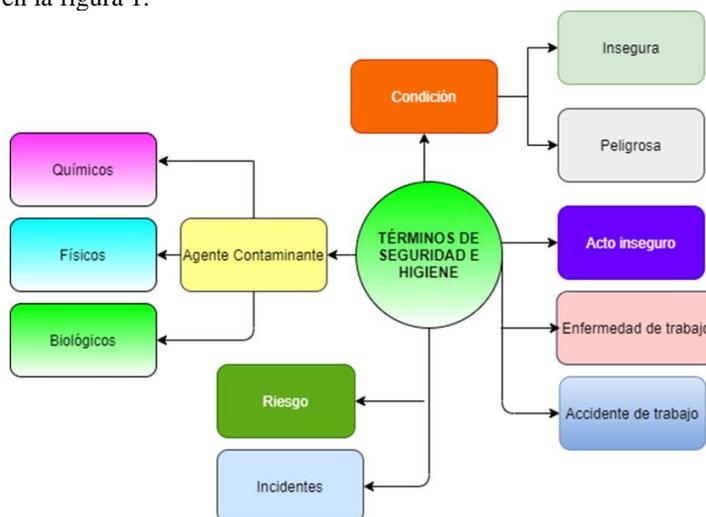


Figura 1. Términos de seguridad e higiene.

A partir de esta capacitación el trabajador podrá identificar las condiciones de trabajo que le ofrece la empresa, identificar actos inseguros de acuerdo a las tareas a desempeñar, explicándole accidentes de trabajo o enfermedades de trabajo que puede contraer a partir de estas condiciones con respecto al tiempo de exposición o incumplimiento de la normatividad. De igual forma es importante capacitar al personal en los diferentes agentes contaminantes que puede encontrar.

Por otro lado las condiciones en las que se encuentra el personal laborando, se ven reflejadas en su desempeño dentro de la producción, en la seguridad y en su salud.

Para no generar ningún tipo de perturbación dentro del área de trabajo, manteniendo un espacio seguro, se requiere de una infraestructura adecuada de acuerdo al giro de la empresa, mano de obra capacitada, maquinaria y equipo en buenas condiciones, y sobre todo la implementación oportuna de la normatividad referente a seguridad e higiene industrial. Es necesario mostrar al personal la normatividad nacional aplicable para el control de la seguridad e higiene de una forma amigable logrando comprender la importancia de las mismas y no sea un reto complicado su comprensión, ya que esto genera confusión y controversia con el personal dentro de las organizaciones.

Siguiendo la temática de la siguiente figura 2, se debe capacitar al trabajador para que conozca los factores que debe controlar en la seguridad e higiene industrial.

En base a estos factores que se muestran son analizadas las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.



Figura 2. Factores a controlar en seguridad e higiene.

*Aplicando normatividad nacional*

Para verificar los factores mencionados en base a las normas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), se sugiere apoyarse con la NOM-019-STPS, es de gran utilidad para las comisiones mixtas, con los formatos que encuentras dentro de la norma puedes apoyarte para poder identificar las condiciones inseguras y/o peligrosas, también cuenta con un formato para identificar actos inseguros y/o peligrosos, los cuales aportaron información para la presente investigación, haciendo uso de ellos se logró tener un panorama del comportamiento de las organizaciones en el control de su seguridad e higiene.

Al aplicar los formatos de la NOM-019-STPS de condiciones y actos inseguros en la verificación de las condiciones de seguridad e higiene, se analizaron 133 condiciones para cada organización, debido a que se encuentran clasificadas las condiciones la información se presenta en el cuadro 1.

Clasificación general de materia	Número total de materia	Agente, condición peligrosa y/o insegura
Seguridad	10	88
Salud	8	38
Organización	3	7
Total	21	133

Cuadro 1. Clasificación agente, condición peligrosa y/o insegura de la STPS.

De igual forma se analizan 121 actos para cada organización, los cuales están clasificados en los tres rubros al igual que las condiciones, la información se presentan en el cuadro 2.

Clasificación general de materia	Número total de materia	Acto inseguro
Seguridad	10	79
Salud	8	34
Organización	3	8
Total	21	121

Cuadro 2. Actos inseguros de la STPS.

Se presenta en el cuadro 3 una sección del formato de condiciones peligrosas y/o inseguras de la STPS en formato original y en el cuadro 4 se muestra el mismo formato con la obtención de datos obtenidos en campo, en las pymes de la región Tula- Tepeji.

4.2 AGENTE, CONDICION PELIGROSA Y/O INSEGURA			
No.	MATERIA	No.	AGENTE, CONDICION PELIGROSA Y/O INSEGURA
4.2.1 SEGURIDAD			
4.2.1.1	Edificios, Locales e Instalaciones.	4.2.1.1.1	Orden y limpieza.
		4.2.1.1.2	Áreas y pasillos.
		4.2.1.1.3	Techos, paredes y pisos.
		4.2.1.1.4	Escaleras.
		4.2.1.1.5	Rampas.
		4.2.1.1.6	Escaleras fijas y móviles.
		4.2.1.1.7	Puertas, vías de acceso y de circulación.
		4.2.1.1.8	Puentes y plataformas elevadas.
		4.2.1.1.9	Tránsito de vehículos.
		4.2.1.1.10	Tránsito de ferrocarriles.
		4.2.1.1.11	Operaciones de carga y descarga de vehículos.
		4.2.1.1.12	Sistemas de ventilación artificial.
4.2.1.2	Prevención y Protección contra Incendios.	4.2.1.2.1	Equipo contra incendio.
		4.2.1.2.2	Medios de detección y alarmas.
		4.2.1.2.3	Sistemas fijos contra incendio.
		4.2.1.2.4	Instalaciones eléctricas.
		4.2.1.2.5	Instalaciones de gas licuado de petróleo y/o natural.
		4.2.1.2.6	Señalamientos.
		4.2.1.2.7	Electricidad estática.
		4.2.1.2.8	Rutas de evacuación.

Cuadro 3. Agente, condición peligrosa y/o insegura, formato STPS

4.2 AGENTE, CONDICION PELIGROSA Y/O INSEGURA			
No.	MATERIA	No.	AGENTE, CONDICION PELIGROSA Y/O INSEGURA
4.2.1 SEGURIDAD			
4.2.1.1	Edificios, Locales e Instalaciones.	4.2.1.1.1	Orden y limpieza. <span style="color: green;">⊕</span>
		4.2.1.1.2	Áreas y pasillos. <span style="color: red;">✗</span>
		4.2.1.1.3	Techos, paredes y pisos. <span style="color: green;">⊕</span>
		4.2.1.1.4	Escaleras. <span style="color: green;">⊕</span>
		4.2.1.1.5	Rampas. <span style="color: green;">N/A</span>
		4.2.1.1.6	Escaleras fijas y móviles. <span style="color: green;">⊕</span>
		4.2.1.1.7	Puertas, vías de acceso y de circulación. <span style="color: green;">⊕</span>
		4.2.1.1.8	Puentes y plataformas elevadas. <span style="color: green;">⊕</span>
		4.2.1.1.9	Tránsito de vehículos. <span style="color: red;">✗</span>
		4.2.1.1.10	Tránsito de ferrocarriles. <span style="color: green;">N/A</span>
		4.2.1.1.11	Operaciones de carga y descarga de vehículos. <span style="color: green;">N/A</span>
		4.2.1.1.12	Sistemas de ventilación artificial. <span style="color: green;">⊕</span>
4.2.1.2	Prevención y Protección contra Incendios.	4.2.1.2.1	Equipo contra incendio. <span style="color: green;">⊕</span>
		4.2.1.2.2	Medios de detección y alarmas. <span style="color: green;">⊕</span>
		4.2.1.2.3	Sistemas fijos contra incendio. <span style="color: red;">✗</span>
		4.2.1.2.4	Instalaciones eléctricas. <span style="color: green;">⊕</span>
		4.2.1.2.5	Instalaciones de gas licuado de petróleo y/o natural. <span style="color: green;">N/A</span>
		4.2.1.2.6	Señalamientos. <span style="color: green;">⊕</span>
		4.2.1.2.7	Electricidad estática. <span style="color: green;">⊕</span>
		4.2.1.2.8	Rutas de evacuación. <span style="color: green;">⊕</span>

Cuadro 4. Agente, condición peligrosa y/o insegura, formato STPS con datos de campo.

Se presenta en el cuadro 5 una sección del formato de actos inseguros de la STPS en formato original y en el cuadro 6 con la obtención de datos de campo.

4.3 ACTO INSEGURO					
No.	MATERIA	No.	ACTO		
4.3.1 SEGURIDAD					
4.3.1.1	Edificios, Locales e Instalaciones.	4.3.1.1.1	Retirar protecciones o barandales.		
		4.3.1.1.2	No respetar la delimitación de áreas o zonas de riesgo.		
		4.3.1.1.3	Obstruir puertas, vías de acceso y de circulación.		
		4.3.1.1.4	Tirar materiales u objetos.		
		4.3.1.1.5	Utilizar las instalaciones para fines distintos a los de diseño.		
		4.3.1.1.6	Utilizar escaleras deterioradas.		
		4.3.1.1.7	No respetar las especificaciones de uso de escaleras.		
		4.3.1.1.8	Conducir los vehículos a velocidades superiores a los límites indicados.		
		4.3.1.2	Prevención y Protección contra Incendios.	4.3.1.2.1	No aplicar el procedimiento de seguridad.
				4.3.1.2.2	Obstruir los accesos y señalización.
				4.3.1.2.3	No revisar las instalaciones eléctricas.
				4.3.1.2.4	Utilizar los elevadores para evacuación del personal en caso de incendio.

Cuadro 5. Actos inseguros, formato STPS

4.3 ACTO INSEGURO					
No.	MATERIA	No.	ACTO		
4.3.1 SEGURIDAD					
4.3.1.1	Edificios, Locales e Instalaciones.	4.3.1.1.1	Retirar protecciones o barandales. <span style="color: green;">⊕</span>		
		4.3.1.1.2	No respetar la delimitación de áreas o zonas de riesgo. <span style="color: green;">⊕</span>		
		4.3.1.1.3	Obstruir puertas, vías de acceso y de circulación. <span style="color: green;">⊕</span>		
		4.3.1.1.4	Tirar materiales u objetos. <span style="color: green;">⊕</span>		
		4.3.1.1.5	Utilizar las instalaciones para fines distintos a los de diseño. <span style="color: red;">✗</span>		
		4.3.1.1.6	Utilizar escaleras deterioradas. <span style="color: green;">N/A</span>		
		4.3.1.1.7	No respetar las especificaciones de uso de escaleras. <span style="color: green;">⊕</span>		
		4.3.1.1.8	Conducir los vehículos a velocidades superiores a los límites indicados. <span style="color: red;">✗</span>		
		4.3.1.2	Prevención y Protección contra Incendios.	4.3.1.2.1	No aplicar el procedimiento de seguridad. <span style="color: green;">N/A</span>
				4.3.1.2.2	Obstruir los accesos y señalización. <span style="color: green;">N/A</span>
				4.3.1.2.3	No revisar las instalaciones eléctricas. <span style="color: green;">N/A</span>
				4.3.1.2.4	Utilizar los elevadores para evacuación del personal en caso de incendio. <span style="color: green;">N/A</span>

Cuadro 6. Actos inseguros, formato STPS con datos de campo.

Después de haber concluido la obtención de datos en campo y haber finalizado el procesamiento de la información, se investiga en la STPS las defunciones derivadas de accidentes de trabajo, la información se presenta en la figura 3. La figura muestra que en los últimos años la ocupación con mayor índice de accidentes laborales es en la ocupación operadores de maquinaria industrial, ensambladores, choferes y conductores de transporte.

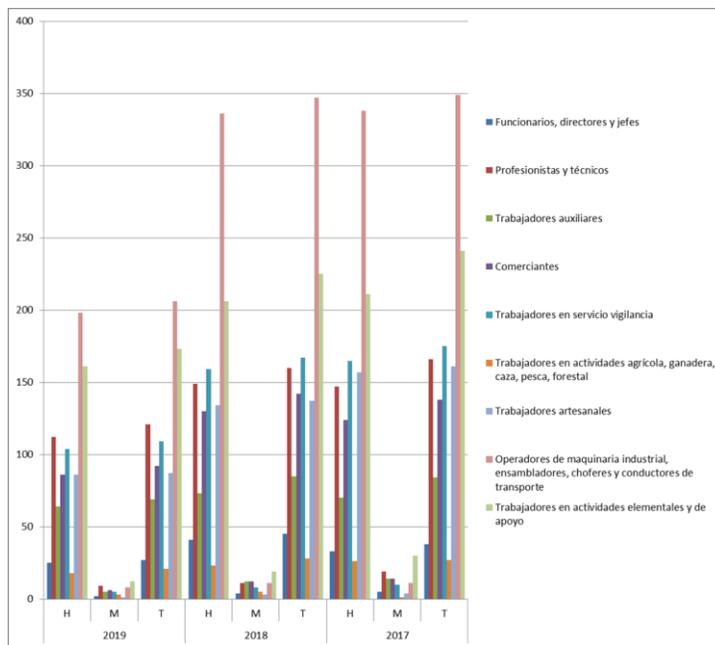


Figura 3. Defunciones derivadas de accidentes de trabajo, STPS.

Como se puede observar en el gráfico al tener un número elevado de defunciones por año, surge la inquietud de plantear una estrategia para el control de la seguridad e higiene, es por esta razón que se propone el uso de la IA como herramienta de prevención de accidentes laborales para evitar riesgos.

Durante la obtención de datos en la investigación de campo, se observan algunas de las particularidades a considerar para tomar la decisión de la estrategia, por lo que se considera el uso de herramientas para diseñar el control.

El primer diseño es un chat-bot que tiene el objetivo de capacitar a los empleados mediante un curso de prevención de accidentes que imparte un bot, el cual evaluará la competencia de cada uno de los empleados para que estén informados de los reglamentos de seguridad y las técnicas ocupadas dentro de la empresa, para resguardar la salud e integridad física de cada uno de los empleados que trabajan en la empresa.

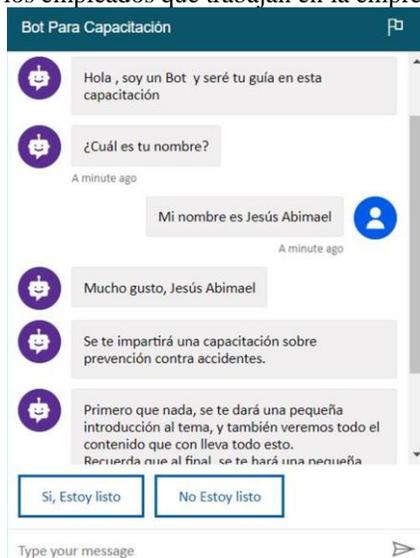


Figura 3. Bot para capacitación con apoyo de Microsoft.

El segundo prototipo es un detector de riesgos, este detecta y monitorea a los montacargas dando señales de alarma para evitar los accidentes, así mismo detecta líquidos derramados en el suelo que pueden provocar un accidente, monitoreando y dando una señal de alarma para limpiar y ayudar a eliminar los futuros accidentes.

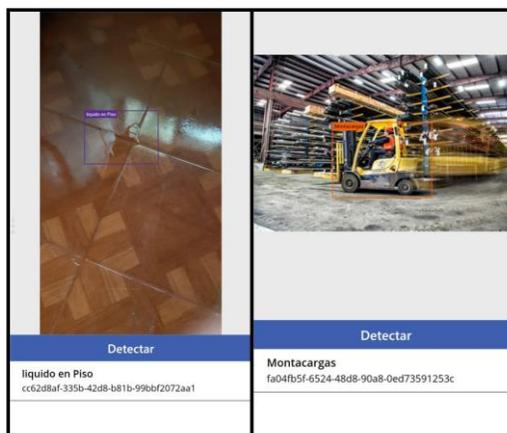


Figura 4. Detector de riesgo líquido derramado en piso y movimiento de montacargas con apoyo de Microsoft.

### Comentarios Finales

La seguridad e higiene industrial es un tema que no pasa de moda, al contrario cada día se refuerza más con aportaciones para el control de los procesos industriales, ahora ya se cuenta con la inteligencia artificial para identificar posibles accidentes dentro del área de trabajo.

#### Resumen de resultados

En este trabajo investigativo se estudió las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para poder identificar áreas de oportunidad y poder prevenir accidente en base a una propuesta en donde se considera como estrategia el uso de la inteligencia artificial para detectar riesgos laborales. Los resultados de la investigación que se muestra es una sección del análisis realizado en campo, explicando todo el seguimiento que se le dio a la investigación y posteriormente se muestra el diseño de un bot para capacitar al personal y el diseño de un detector de riesgos utilizando herramientas de Microsoft.

#### Conclusiones

Los resultados demuestran la necesidad del control de la seguridad e higiene, debido a las pérdidas que se tienen cada año por accidentes de trabajo y/o enfermedades laborales. Es indispensable que las organizaciones visualicen el costo que conlleva el no controlar las actividades industriales que se tienen dentro de su organización. La ausencia de una herramienta implementada en el control de la seguridad impacta en la infraestructura, el equipo, la maquinaria y en un factor muy importante que no se debe de perder de vista, la vida de los trabajadores.

#### Recomendaciones

Los investigadores pueden continuar en el desarrollo de controles de señales de riesgo adoptando tecnologías automatizadas.

### Referencias

- Organización internacional del trabajo. (2019). Seguridad y salud en el centro del futuro del trabajo. Aprovechar 100 años de experiencia (1.a ed., Vol. 1). Organización Internacional del Trabajo. <https://www.ilo.org/labadmin-osh>
- Secretaría de Trabajo y Previsión Social. (2012). *Autogestión en seguridad y salud en el trabajo*. Normas Oficiales Mexicanas de Seguridad Y Salud en el Trabajo. <http://asinom.stps.gob.mx:8145/centro/consultanoms.aspx>
- Schwab, K. (2016). La cuarta revolución industrial (1.a ed., Vol. 1) [Libro electrónico]. El Tiempo Casa Editorial, S. A. [http://40.70.207.114/documentosV2/La%20cuarta%20revolucion%20industrial-Klaus%20Schwab%20\(1\).pdf](http://40.70.207.114/documentosV2/La%20cuarta%20revolucion%20industrial-Klaus%20Schwab%20(1).pdf)
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (s. f.). Defunciones derivadas de Accidentes de Trabajo (casos terminados) por ocupación y sexo. Recuperado 19 de octubre de 2020, de [https://www.stps.gob.mx/bp/secciones/conoce/areas\\_atencion/areas\\_atencion/web/302\\_0137.xls](https://www.stps.gob.mx/bp/secciones/conoce/areas_atencion/areas_atencion/web/302_0137.xls)

# PORTAL CAUTIVO: ¿QUÉ ES Y POR QUÉ UTILIZARLO?

MTIC. Ricardo Pérez Macías<sup>1</sup>, MTIC. José Cupertino Pérez Murillo<sup>2</sup>,  
Dra. Karina Gámez Gámez<sup>3</sup> y M.C. Lorena Alvares Flores<sup>4</sup>

**Resumen**— Aunado al crecimiento exponencial de las redes informáticas, la popularidad de las redes inalámbricas no se queda atrás, resulta sumamente atractivo una conexión libre de enlaces físicos, aunque esto deja otros inconvenientes tales como la seguridad en el acceso a la red y la protección de los datos, en la actualidad se cuenta con soluciones de conexión segura como lo es el portal cautivo, que permiten controlar el acceso de usuarios, manejar su ancho de banda, incorporando utilidades para controlar el tráfico protegiendo la privacidad de los usuarios y del tipo de información que pueden enviar o recibir, pero ¿Qué es un portal cautivo? y ¿por qué utilizarlo?

**Palabras clave**— Redes inalámbrica, seguridad informática, portal cautivo, acceso seguro.

## Introducción

A medida que las comunicaciones informáticas tuvieron un desarrollo exponencial se detectaron impedimentos en cuanto a la conectividad, movilidad y seguridad en la redes de área local, hecho que propició el auge de las redes inalámbricas, cuyo origen tiene como base un experimento realizado en el año 1979 por ingenieros de IBM (International Business Machines) en Suiza, utilizando tecnología de datos infrarrojos creando así dentro de una fábrica una red alámbrica de información local (Maldonado, 2012).

Según Mejía, Vidal y López (2009) las redes inalámbricas de área local representa uno de los sectores tecnológicos con más avance en los últimos años, el hecho de poder acceder a una red de computadoras o al mismo internet sin la necesidad de enlazarse de manera física es algo fascinante, sin embargo teniendo datos que viajan a través del espacio libre deja un punto importante a considerar, la seguridad de los mismos.

En fechas recientes debido a los diversos avances en el área tecnológica se crean dispositivos móviles que día a día son más asequibles para los usuarios comunes; computadoras portátiles y celulares por citar algunos ejemplos, sin embargo el auge de estos dispositivos trae problemas relacionados con la manipulación y administración de las redes inalámbricas, manejando requerimientos distintos a una red cableada con respecto al acceso y políticas de administración de usuarios (Preaño, 2009).

Para poder garantizar la seguridad de las redes inalámbricas el IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) establece los parámetros de encriptación y autenticación dentro de su estándar 802.11 en 1997 resultado vulnerable en sus inicios, posteriormente a mediados de 2004 y después de una serie de actualizaciones se establece el estándar 802.11i incorporando una capa de seguridad específica (Mejía et al. 2006).

## Descripción del Método

### *Importancia de la seguridad inalámbrica*

Utilizar las redes inalámbricas te libera de los medios físicos en cuanto a conexiones se refiere pero aumenta el riesgo en la seguridad, ya que una red informática está radiando información de manera constante anunciando su presencia a cualquiera que este circulando con un dispositivo móvil en el área de cobertura de la misma (Maldonado, 2012).

La información siempre debe estar protegida, dentro de las redes inalámbricas principalmente se cuida el acceso mediante métodos de autenticación y encriptación, impidiendo el acceso a personas que no se encuentre autorizadas para estar dentro de la red, por otra parte y no menos importante se debe garantizar la seguridad al momento de transmitir los datos entre cada uno de los dispositivos que conforman la red inalámbrica (Mejía et al. 2006).

<sup>1</sup> Ricardo Pérez Macías es Técnico Académico de Tronco Común Ingeniería en la Universidad Autónoma de Baja California, San Quintín, Baja California. [rperez10@uabc.edu.mx](mailto:rperez10@uabc.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El MTIC. José Cupertino Pérez Murillo es Profesor Investigador en la Universidad Autónoma de Baja California, San Quintín, Baja California. [cuper@uabc.edu.mx](mailto:cuper@uabc.edu.mx)

<sup>3</sup> La Dra. Karina Gámez Gámez es Profesora Investigadora en la Universidad Autónoma de Baja California, San Quintín, Baja California. [gamezka@uabc.edu.mx](mailto:gamezka@uabc.edu.mx)

<sup>4</sup> La M.C. Lorena Alvares Flores es Profesora Investigadora en la Universidad Autónoma de Baja California, San Quintín, Baja California. [alvarez.lorena@uabc.edu.mx](mailto:alvarez.lorena@uabc.edu.mx)

Este punto concentra la principal desventaja de una red inalámbrica, ya que a diferencia de una red cableada la persona que intente vulnerar dicha red no se ve en la necesidad de establecer un acceso físico a la red interna de alguna institución determinada (Maldonado, 2012). Tomando en cuenta los puntos anteriores se han desarrollado métodos de autenticación y cifrado para la sana implementación de las redes inalámbricas, los cuales ofrecen un tipo de seguridad al momento de acceder a dichas redes, los más utilizados en la actualidad son WEP (Wired Equivalent Privacy), WPA (Wifi Protect Access) y su variante WPA2 (Wifi Protect Access 2) (Maldonado, 2012).

#### *Protocolo WEP*

Incluido en el estándar 802.11 provee mecanismos de encriptación y autenticación por medio de una clave compartida utilizando un algoritmo simétrico RC4 de 64 o 128 bits, dicha clave es estática se declara tanto en el punto de acceso como en el dispositivo del cliente. A partir de la clave estática se generan 4 claves en función de si se utiliza 64 o 128 bits se generan claves de 40 y 104 bits respectivamente, los 24 bits restantes añaden un vector de inicialización (Cruz, 2011).

#### *Protocolo WPA*

Incluido en el estándar 802.11i, por Wi-Fi Alliance solucionando las carencias del protocolo WEP, comprende protocolos de autenticación y de un algoritmo de cifrado cerrado: TKIP (Temporal Key Integrity Protocol), generando claves aleatorias, se basa en la implementación de un servidor de autenticación (Cruz, 2011).

#### *Puntos de acceso inalámbricos (Hotspots)*

Son soluciones inalámbricas que hacen referencia a puntos de acceso en su mayoría gratuitos para prestar algún servicio de red dentro de un establecimiento (cafeterías, tiendas, escuelas aeropuertos, hoteles etc.) a clientes o usuarios que en su mayoría son transitorios (Preaño, 2009). La problemática inicia cuando se contrata un servicio de internet y no se controla su acceso, provocando un uso inadecuado de los recursos e incluso se cuenta en ocasiones con usuarios no deseados dentro de la red disminuyendo las prestaciones destinadas a los usuarios recurrentes y autorizados de la misma (Escobar, Castillo y Orozco 2010).

Un Hotspot inalámbrico según la descripción de Preaño (2009) puede administrarse de 3 formas diferentes:

1. Propagar la red inalámbrica por medio de uno o más puntos de acceso a internet de forma gratuita sin establecer ningún tipo de seguridad ni autenticación, consientes o no del peligro que corren tanto los usuarios como los propietarios de la red.
2. Establecer una contraseña de acceso, que se entrega a cada uno de los usuarios previamente para su conexión WEP, WPA o WPA2, aunque esta configuración no resulta conveniente cuando se da soporte a una cantidad considerable de usuarios o por la forma en que la contraseña se puede propagar entre usuarios que no estaban contemplados para conformar la red en un inicio.
3. Por último la configuración que se considera más conveniente es utilizar un sistema de acceso seguro, ilustrado en la figura 1 por Mejía et al (2010) implementando un servicio de autenticación individual por cliente o equipo por medio de un portal cautivo.



Figura 1. Sistema de acceso seguro.

*Pero, ¿Qué es un portal cautivo?*

De acuerdo con Cruz (2011) se considera un portal cautivo o captivo a un medio físico (hardware) o intangible (software) presente en una red pública o privada que vigila el tráfico HTTP, obligando a cada uno de los usuarios a pasar por una página inicial, donde deben proporcionar sus credenciales (usuario y contraseña) asignadas, para poder navegar por internet de forma normal.

Dicho de una manera más detallada antes de que un usuario pueda salir de una red local a internet se ve en la necesidad de visitar una página donde debe autenticarse y se le muestra información referente a la red que utiliza (reglamentos, recomendaciones, acuerdos, instrucciones, etc.). Cuando el usuario cumple con los parámetros establecidos en la página inicial se permite su navegación en internet con normalidad mientras se realice en sitios autorizados estableciendo que el portal cautivo trabaja detrás del firewall (Escobar et al. 2010).

*Tipos de portales cautivos*

*Portales cautivos por hardware*

Son dispositivos de hardware dedicados, no se requiere una computadora ni dispositivos adicionales: Servidor de bases de datos, DHCP, Firewall, Servidor Web. Todo se encuentra en un único dispositivo, Endian HotSpot y 4ipnet son ejemplos de este tipo de portales (Cruz, 2011).

*Portales cautivos por software*

Son programas para equipos de cómputo que emulan el funcionamiento de un portal cautivo por hardware, el equipo a utilizar para su uso debe tener como mínimo dos interfaces de red, una para conectar los puntos de acceso, mientras que la otra interfaz representa la salida a internet, dependiendo del sistema operativo será la oferta de software como se ilustra el cuadro 1(Cruz, 2011).

LINUX	WINDOWS:	FreeBSD:
<ul style="list-style-type: none"><li>• PepperSpot</li><li>• NoCatAuth</li><li>• Chillispot</li><li>• CoovaChilli</li><li>• WifiDog</li><li>• AirMarshal</li><li>• ZeroShell</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Antamedia HotSpot</li><li>• WifiDog</li><li>• FirsSpot</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• m0n0wall</li><li>• PfSense</li></ul>

Cuadro 1. Lista de los portales cautivos por software más representativos.

Proceso de autenticación de un portal cautivo ilustrado en la figura 2 descrito por Maldonado (2012):

1. Re direcciona las peticiones de usuarios a una página web.
2. Se realiza una revisión de credenciales de usuario comparándola con una base de datos autorizada.
3. Rechaza o autoriza el acceso al usuario basado en las características de conexión y servicios necesarios.
4. Mantiene la sesión por un tiempo determinado mientras este autenticado.

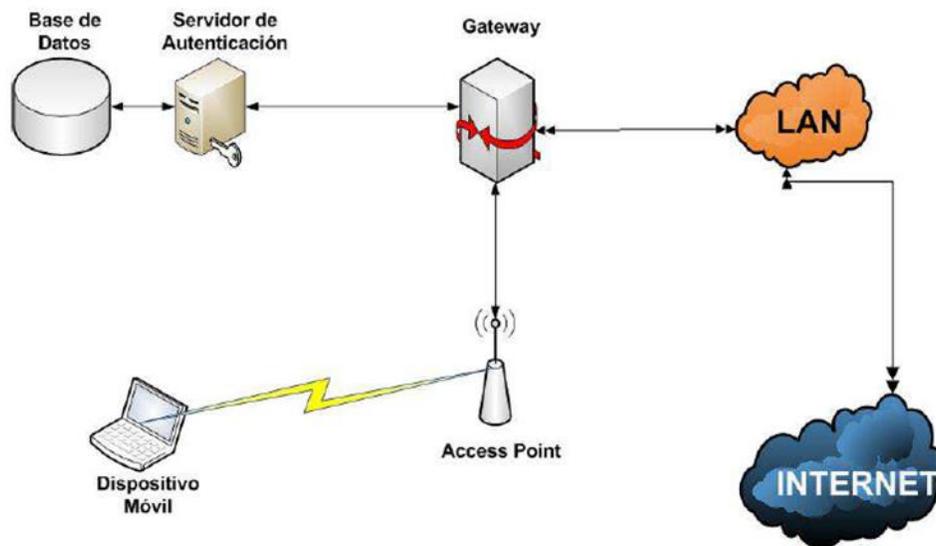


Figura 2. Proceso de autenticación de un portal cautivo.

### ¿Por qué utilizar un portal cautivo?

Para responder a esta pregunta y haciendo retrospectiva en lo antes mencionado, el portal cautivo representa la mejor opción para el control y administración en cuanto al acceso y estancia de los usuarios a una red inalámbrica mediante un sistema de acceso seguro, aunado a esta información a continuación se listan las características generales más relevantes y atractivas de un portal cautivo descritas por Cruz (2011):

- Multiplataforma (Windows, Linux), funciona bajo cualquiera de las dos plataformas.
- Brinda soporte tanto alámbrico e inalámbrico.
- Filtrado de paquetes, ya sea por MAC, IP o URL. Esta opción también puede limitar ciertos servicios por medio del bloqueo de puertos.
- No se requiere configuración del lado del dispositivo del cliente, ni instalarse ningún programa, el portal cautivo asegura que todos los clientes sean re dirigidos a la pantalla de inicio de sesión.
- El dispositivo del cliente puede utilizar cualquier sistema operativo o navegador.
- Se tiene control de información y monitoreo de los usuarios.
- Existe la posibilidad de crear tickets pre pagados para usuarios esporádicos.
- Los tickets se pueden personalizar adaptándolos a cada entidad o empresa.
- Soporta múltiples localizaciones, es decir que el usuario puede moverse en cualquier punto de acceso perteneciente a la red inalámbrica y mantener el servicio.
- Las cuentas tienen control de tiempo de sesión.

### Comentarios Finales

#### Conclusiones

Con el precedente del auge actual de las redes inalámbricas, su preferencia y el continuo avance tecnológico de los nuevos dispositivos móviles cada vez más asequibles para el usuario común, queda estipulado que la seguridad informática en esta área debe ser un tema prioritario al momento de establecer este tipo de redes, siguiendo la misma línea de estudio queda demostrado que un sistema de acceso seguro representa la mejor opción, incluyendo en el uso del portal cautivo, el cual está conformado por una serie de características y opciones para la correcta administración de la red así como asegura el buen uso de la misma y sus recursos para cualquier tipo de empresa pública o privada.

### Referencias

Cruz Herrera, D. R. (2011). Diseño e implementación de un portal cautivo que permita la venta de tickets de internet para un hotspot, empleando herramientas de software libre (Bachelor's thesis, QUITO/EPN/2011).

ESCOBAR ZUÑIGA, J. P., CASTILLO MITE, A., & OROZCO IGUASNIA, N. P. (2010). Desarrollo de un Cyber Campus con portal cautivo (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales).

Maldonado Tapia, Á. V. (2012). Implementación de un portal cautivo que permita el control de acceso al servicio de internet a los estudiantes del Colegio San Luís Gonzaga a través de una autenticación de los usuarios mediante un servicio AAA implementando en un servidor que trabaje con protocolo Radius (Bachelor's thesis).

Mejía Nogales, José Luis, & Vidal Beltrán, Sergio, & López Bonilla, José Luis (2006). Sistema de acceso seguro a recursos de información para redes inalámbricas 802.11. Científica, 10(4),199-205.[fecha de Consulta 26 de Octubre de 2020]. ISSN: 1665-0654. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=614/61410407>

Proaño Galarza, P. D. (2009). Diseño e implementación de un portal cautivo utilizando un enrutador inalámbrico de bajo costo y un sistema operativo de código abierto (Doctoral dissertation, Quito: Universidad Internacional SEK).

# FACTORES ESCOLARES QUE INCIDEN EN LA DESERCIÓN ESCOLAR EN ALUMNOS DE BACHILLERATO

Lic. Jehú Julián Pérez Palafox<sup>1</sup>, Dra. María Cruz Chong Barreiro<sup>2</sup> y Mtra. Patricia Pineda Cortez<sup>3</sup>

**Resumen**—La educación es una actividad inherente al ser humano, es considerada un derecho, un derecho humano asequible para todos. La información que a continuación se presenta forma parte de una investigación que expone una problemática que agobia a toda institución educativa. La deserción escolar es quizá uno de los fenómenos escolares que preocupan a las autoridades, los padres y la sociedad en general. Aunque cada caso es particular, se describen algunos de los factores más comunes que inciden en que los alumnos deserten de la Educación Media Superior (EMS). Se analizarán principalmente los factores académicos como una de las principales causas que provocan la deserción.

**Palabras clave**— Educación media superior, deserción, factores escolares, bachillerato.

## Introducción

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación y la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la educación es considerada un derecho humano para todos, a lo largo de toda la vida, el acceso a la instrucción debe ir acompañado de la calidad (UNESCO, 2020). Es entonces, una actividad inherente al ser humano.

La Reforma al Artículo Tercero Constitucional publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 15 de mayo de 2019, establece que el Estado proveerá y atenderá todos los tipos y modalidades educativos, teniendo como prioridad que los niños, niñas y jóvenes tengan acceso y permanencia y participación en los servicios educativos. Lo cual incluye la educación media superior

Estableciendo además que los maestros y maestras son agentes fundamentales del proceso educativo y, por lo tanto, se reconoce su contribución a la transformación social. Se deben crear condiciones para que todos los niños, niñas y adolescentes completen la educación obligatoria, sin embargo, eso sucede solamente en la primaria y secundaria. Lamentablemente en Educación Media Superior (EMS), el abandono escolar limita la educación obligatoria para todos.

Según el informe del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) de 2019, a inicios del ciclo escolar 2016 -2017 la tasa de abandono escolar alcanzó el 15.2 % en EMS lo que se traduce en 78 000 estudiantes que no se matricularon en este nivel educativo. Además, en 2016 solo 87.5 % de la población de 15 a 21 años había concluido la educación básica (INEE, 2020)

Desde el año 2009, el gobierno mexicano impulsó la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS) cuya finalidad es la conformación de un Sistema Nacional de Bachillerato (SNB) que brinde a este nivel educativo de identidad, orden, articulación y pertinencia. La RIEMS ha desarrollado también diversas estrategias institucionales dirigidas al apoyo y acompañamiento de los estudiantes, elemento que probablemente, sea el de mayor contenido innovador comparado con las reformas de educación básica y de la educación superior. Así, además de los componentes académicos, técnicos y de gestión escolar y directiva, se desarrollan otros procesos más focalizados para la atención sociopsicológica y tutorial de los jóvenes (OEI, 2008).

Pese a lo antes mencionado, según el informe Panorama de la Sociedad 2016, de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés), los países que la integran han presentado una notable reducción en el porcentaje de deserción escolar en el nivel medio superior. Sin embargo, en México, el 50 % de los jóvenes no habían concluido sus estudios de bachillerato, ocupando el primer lugar entre los países miembros (OCDE, 2016).

---

<sup>1</sup> Lic. Jehú Julián Pérez Palafox es estudiante de la Especialidad en Docencia, en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. [jehu\\_perez@uaeh.edu.mx](mailto:jehu_perez@uaeh.edu.mx) (autor corresponsal).

<sup>2</sup> La Dra. María Cruz Chong Barreiro es Profesora Investigadora del Área Académica de Ciencias de la Educación del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. [chong@uaeh.edu.mx](mailto:chong@uaeh.edu.mx)

<sup>3</sup> La Mtra. Patricia Pineda Cortez es Directora de Tutorías de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. [ppineda@uaeh.edu.mx](mailto:ppineda@uaeh.edu.mx)

## Desarrollo

Existen diferentes concepciones entorno al tema de deserción escolar, la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH, 2020), define la deserción como el abandono del programa educativo por parte del alumno por motivos personales, familiares y sociales.

Para la Secretaría de Educación Pública (SEP), la deserción es considerada como un indicador que expresa la cantidad o porcentaje de alumnos que abandonan las actividades escolares antes de terminar algún grado o nivel educativo y que puede ocurrir durante o al finalizar el ciclo escolar (SEP, 2008).

Espíndola y León (2002), mencionan que la deserción escolar es el resultado de un proceso en el que intervienen múltiples factores y causas, como la situación socioeconómica de los alumnos, que denominaron factores extraescolares y los que se asocian con la insuficiencia del propio sistema educativo, llamándolos factores intraescolares (Espíndola & León, 2002).

Miranda (2018), menciona tres factores principales que intervienen en la decisión de los estudiantes para desertar en el nivel medio superior, estos son: económicas, institucionales o escolares y familiares-individuales. Razón por la cual, sugiere que se “pedagogizar” la deserción, es decir, convertir el problema en un asunto vinculado estrechamente con la capacidad de los docentes y de las instituciones para crear o generar interacciones pedagógicas significativas y así mitigar la deserción (Miranda, 2018).

En los resultados del “Análisis del movimiento contra el abandono escolar en la EMS” (SEP e Instituto Nacional de Salud Pública, 2015) se destaca que 38.0 % de los jóvenes abandonan la escuela por razones eminentemente económicas. Este estudio coloca las causas escolares-institucionales como las más importantes, debido a que 41.0 % de los estudiantes las señalan como la razón fundamental para dejar sus estudios.

Como se ha indicado, los factores que conducen al abandono y la deserción escolar están ligados con la gestión y organización de las escuelas. El desempeño se asocia con la calidad de las relaciones que los estudiantes forjan con los docentes, la guía que reciben en el aula, sus aspiraciones y a la manera en que los profesores trabajan en conjunto con los educandos para que estos aprendan.

En cuanto a los indicadores que son propios de los estudiantes están el ausentismo y el aprovechamiento escolar. Por esta razón es imprescindible que las autoridades escolares continúen enfocándose en los siguientes aspectos mencionados por Gómez Morín y Miranda (2013) en el XII Congreso Nacional de Investigación Educativa del (COMIE, 2013):

- Disminuir el ausentismo
- Abordar las causas del ausentismo alto
- Abordar causas fundamentales de los problemas de comportamiento
- Proporcionar intervenciones académicas desde secundaria
- Reducir el número de estudiantes que están fallando en las asignaturas

Es necesario que, para lograr el objetivo, las reformas incluyan abordar los temas antes mencionados. Para ello los autores proponen una estrategia de prevención y acompañamiento en el proceso de toma de decisiones, que innegablemente debe trabajarse en la escuela. Este programa podría traducirse en un sistema de tutorías que brinde al estudiante la guía necesaria desde que inicia el bachillerato, que contribuya a su permanencia y culmine con su egreso.

Son muchas las consecuencias de la deserción escolar. Según Dianda (2008) citada por (Licano, 2013) señala consecuencias que han sido documentadas:

- Ganan menos y contribuyen menos con impuestos para la economía
- Tienen mayores costos de salud
- Incrementan la justicia criminal
- Viven en gran medida de la beneficencia y la asistencia pública
- Tienen menos probabilidad de votar o involucrarse en actividades cívicas

La marginación que sufren los individuos en el ámbito político, social, económico y afectivo impide que puedan ingresar en el campo laboral además de que estos empleos no sean bien remunerados. Esto afecta al individuo y lo perpetúa en la pobreza. Además, no podrá relacionarse o interactuar con otros y ello derivará en que no atienda las normas de convivencia establecidas.

Es importante mencionar la pérdida que significa para el Estado, la inversión o el presupuesto destinado al sector educativo se pierde cuando el dinero no se utiliza con el mayor número de personas posible. Según datos de la

Coordinación Nacional de Becas para el bienestar Benito Juárez (2020), la deserción escolar en el nivel medio superior representa un factor de riesgo para los jóvenes y los expone a la violencia y al crimen. La escuela es un lugar seguro donde pueden desarrollar al máximo su potencial. Sin embargo, solo el 70 por ciento de los jóvenes entre 15 y 17 años tienen la oportunidad de estudiar el nivel medio superior (Gobierno de México, 2020)

El alumno desertor, puede iniciar una vida de adulto con responsabilidades como la de ser padre mantener a una familia, criar o cuidar de hijos actividades para las que no están preparados ni física ni emocionalmente, pues a esa edad no se cuenta con la madurez para tomar decisiones. Trayendo consigo problemas como la violencia intrafamiliar, violaciones y en algunos casos aislados la esposa o pareja decida no denunciar por cuestiones de manutención.

Otra consecuencia es la frustración que sufren los desertores, se sienten fracasados por no poder ayudar a sus familiares en diversas situaciones, pues si estos se convierten en padres, pueden brindar poca ayuda a sus hijos en las tareas escolares porque no saben al respecto como resultado se empobrece el capital cultural.

Una consecuencia social es que los desertores al no encontrar trabajo, caen fácilmente en la drogadicción y la delincuencia, quedando totalmente excluidos de la sociedad siendo vulnerables y una carga para la sociedad misma, razón que incluso podría motivarlos a otro país para encontrar una fuente de empleo. Muchos de estos migrantes mueren en el intento.

Surge la pregunta, ¿qué se está haciendo para combatir la deserción? El Secretario de Educación Pública, Esteban Moctezuma Barragán durante su participación en una reunión virtual de la Conferencia Nacional de Gobernadores (CONAGO) afirmó que la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2020) está trabajando para mitigar y evitar la deserción y el abandono escolar, que en consecuencia originan el rezago educativo y genera la exclusión social y económica de los jóvenes que la padecen.

El Secretario de Educación, informó que en el ciclo escolar 2018-2019, la tasa de abandono escolar promedio, a nivel nacional, en el nivel básico como lo es el nivel Primaria fue de 0.6 por ciento, y en el nivel de Secundaria alcanzó el 4.4 por ciento, por lo que advirtió que conforme crecen las niñas y los niños, el abandono escolar también crece con ellos. Detalló que esta problemática se incrementa de manera sensible, en la Educación Media Superior, donde la tasa promedio a nivel nacional, en el mismo periodo, fue de casi 13 por ciento.

Lorenzo Gómez Morín, investigador y especialista en educación de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO, 2015), menciona que las causas de deserción en el bachillerato no tienen que ver necesariamente con problemas de índole económico, es más un problema del modelo educativo de nuestro sistema los jóvenes no encuentran en el modelo una respuesta a sus necesidades de formación ni a la construcción de un proyecto de vida. Por tal motivo la respuesta o la solución no son las becas, ya que es un programa que ha existido por años. Gómez Morín. propone una estrategia de prevención y acompañamiento en la toma de decisiones que, sin lugar a dudas debe trabajarse desde la escuela.

En el caso particular de la UAEH, la institución ha realizado grandes esfuerzos por fortalecer y promover este tipo de acciones, ofreciendo a sus estudiantes de todos los niveles educativos una educación integral, ofertando asignaturas que tienen que ver con el arte, la cultura, la ciudadanía, entre otros. Pese a esto, no se ha logrado mitigar la deserción escolar en la Preparatoria No. Uno en los últimos años.

El programa de acompañamiento implementado en la universidad ha permitido disminuir el índice de deserción y lograr la permanencia de los estudiantes, principalmente en los primeros semestres, la idea es que los alumnos gocen de un ambiente idóneo para su formación, permitiendo un aprendizaje significativo. Con tal fin, el programa institucional de tutorías desarrollado desde los años ochenta se instrumentó un portal de tutorías que permite realizar un seguimiento de los estudiantes que son asignados a cada tutor (UAEH, 2020).

Estas estrategias permiten identificar a tiempo y con mayor precisión a los grupos de alumnos en riesgo y dotan a la propia escuela de indicadores y datos que permiten analizar el problema de una forma más precisa, situación que requiere de un cuerpo académico y administrativo preparado y dispuesto al trabajo cara a cara con los estudiantes

### Comentarios finales

El objetivo de esta investigación es conocer los principales factores académicos y escolares que, desde la percepción de los estudiantes de EMS, provocarían la deserción escolar. Los resultados evidencian que los factores analizados (escolar, económico), todos son relevantes; el no cumplir con trabajos, la inasistencia, las escasas horas

dedicadas al estudio y tareas, y en relación a ello la necesidad de los alumnos de trabajar para apoyar a sus padres con los gastos, se constituyen en factores propicios de la deserción.

Para finalizar, podemos definir la deserción como la acción de abandonar la escuela, es un fenómeno que ocurre en todos los niveles educativos y es ocasionado por diversos factores intrínsecos (personales) y extrínsecos (familiares, económicos, escolares, sociales, etcétera). Se busca identificar los factores escolares, debido a que son circunstancias en las que la institución puede intervenir, prevenir y hasta cierto punto mejorar, como resultado el índice de deserción si bien no desaparecerá, disminuirá considerablemente.

## Referencias

- COMIE. (2013). *XII CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA*. Recuperado el 15 de octubre de 2020, de <http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v12/doc/0593.pdf>
- Espíndola, E., & León, A. (septiembre-diciembre de 2002). LA DESERCIÓN ESCOLAR EN AMÉRICA LATINA: UN TEMA PRIORITARIO PARA LA AGENDA REGIONAL. (OEI, Ed.) *Revista Iberoamericana de Educación*. (30), 39 -62.
- FLACSO (Productor), & FLACSO (Dirección). (2015). *¿Por qué dejan la escuela? Deserción escolar en niños y jóvenes*. [Película]. México. Recuperado el 1 de SEPTIEMBRE de 2020, de <https://youtu.be/iYATrDfWrbc>
- Gobierno de México. (2020). *Becas Benito Juárez*. Recuperado el 2020 de septiembre de 1
- INEE. (2020). *LA EDUCACIÓN OBLIGATORIA EN MÉXICO. Informe 2019*. Recuperado el 15 de octubre de 2020, de [https://www.inee.edu.mx/medios/informe2019/stage\\_01/cap\\_0103.html](https://www.inee.edu.mx/medios/informe2019/stage_01/cap_0103.html)
- Licano, F. (2013). *LA DESERCIÓN EN CHIHUAHUA: UNA POLÍTICA PÚBLICA PARA SU ATENCIÓN*. Recuperado el 15 de octubre de 2020, de <http://www.chi.itesm.mx/investigacion/wp-content/uploads/2013/11/EDU55.pdf>
- Miranda, F. (2018). Abandono escolar en educación media superior: conocimiento y aportaciones de política pública. *Sinéctica*(51), 1 a 22.
- OCDE. (5 de octubre de 2016). *Panorama de la Sociedad 2016*. Recuperado el 15 de octubre de 2020, de <https://www.oecd.org/mexico/sag2016-mexico.pdf>
- OEI. (enero de 2008). *La reforma integral de la educación superior*. Recuperado el 15 de octubre de 2020
- SEP. (junio de 2008). *Glosario. Términos utilizados en la Dirección General*. Recuperado el 15 de octubre de 2020, de <http://cumplimientopef.sep.gob.mx/2010/Glosario%202008%2024-jun-08.pdf>
- SEP. (22 de junio de 2020). *Boletín No. 167 Trabaja SEP para mitigar la deserción y el abandono escolar ante la pandemia por el COVID-19*. Recuperado el 2020 de septiembre de 1
- SEP e Instituto Nacional de Salud Pública. (2015). *Análisis del movimiento contra el abandono escolar en la educación media superior*. Obtenido de [http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11390/6/images/reporte\\_abandono.pdf](http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11390/6/images/reporte_abandono.pdf)
- UAEH. (2020). *Glosario*. Recuperado el 30 de agosto de 2020
- UAEH. (2020). *Sistema Integral de Atención al Estudiante Universitario*. Recuperado el 1 de septiembre de 2020, de <http://sistemas.uaeh.edu.mx/digse/tutoriasyasesorias/principal.php>
- UNESCO. (2020). *La educación transforma vidas*. Recuperado el 15 de octubre de 2020, de <https://es.unesco.org/themes/education#:~:text=La%20UNESCO%20considera%20que%20la,los%20aspectos%20de%20la%20educaci%C3%B3n>.

## Notas Biográficas

El **Lic. Jehú Julián Pérez Palafox** es egresado de la Licenciatura en Administración de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, y actualmente alumno de la especialidad en Docencia por la misma institución. Ha trabajado en la educación media superior.

La **Dra. María Cruz Chong Barreiro** es Profesora investigadora en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Su Doctorado es en Ciencias de la Educación expedido por la UAEH. Es integrante del Cuerpo Académico consolidado de Evaluación, Planeación y Desarrollo Curricular. Docente en programas de especialidad, maestría y doctorado en Ciencias de la Educación en el Padrón de Posgrado de Calidad de CONACYT.

La **Mtra. Patricia Pineda Cortez** es profesora investigadora de tiempo completo en la Universidad. Tiene Maestría en Ciencias de la Educación de la UAEH. Ha publicado capítulos de libro sobre Pobreza Alimentaria en el Estado de Hidalgo y artículos en las revistas revisadas

por pares: Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas, Redes Temáticas de Intervención de Trabajo Social en la Nueva Era; Revista Inclusiones; ha presentado artículos y ensayos en congresos de Investigación Educativa nacionales e internacionales.

## Perfil de estudiantes exitosos en un centro de nivel superior

Dr. Hugo César Pérez y Pérez<sup>1</sup>, Dra. María Eugenia Culebro Mandujano<sup>2</sup>, Mónica Miranda Megchún<sup>3</sup>, y Mtra. Vanina Herrera Allard<sup>4</sup>

### Resumen

El presente trabajo presenta resultados parciales de un estudio exploratorio y descriptivo realizado en un centro de educación superior en Chiapas. El objetivo general fue identificar las características de los estudiantes exitosos mediante la voz de un grupo de estudiantes a quienes se les aplicó una encuesta. Estos estudiantes formaron una muestra basada en criterios compuesta de 15 personas a quienes se les aplicó un cuestionario y se les realizó una entrevista. Los resultados arrojaron de manera general que los estudiantes exitosos tienen características que se pueden agrupar dentro de tres categorías de factores: atribuidas al alumno mismo, atribuidas al entorno del estudiante, y atribuidas a los docentes.

**Palabras clave:** estudiantes exitosos características aprendizaje autorregulado motivación

### Introducción

El logro académico en estudiantes universitarios es una variable que ha sido una constante preocupación para los involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje: estudiantes, docentes, padres de familia, institución escolar, y hasta la misma sociedad; y todos esperan acoger a profesionistas exitosos al término de sus estudios de licenciatura. Del mismo modo, esperan que el paso estudiantil por las aulas universitaria sea adjetivado como exitoso también.

Con todo, los registros académicos de los estudiantiles dan cuenta de que no todos los aprendientes son exitosos.

A este respecto cabe señalar que no únicamente los involucrados en el encuentro pedagógico han manifestado su preocupación. También lo han hecho los teóricos, estudiosos, e investigadores que se han preocupado por conocer “lo que hace el aprendiz para lograr con eficacia un objetivo de aprendizaje en un contexto social dado” (Gargallo, Suárez y Pérez, 2009). Es de ese modo que la preocupación del investigador se hace presente en este proceso indagatorio, a fin de identificar las características que definen a los estudiantes exitosos durante su caminamiento universitario.

Establecido lo anterior, el proceso inquisitivo de referencia se articula problemáticamente mediante las siguientes preguntas de investigación:

¿Es posible caracterizar a los estudiantes exitosos de una licenciatura en la enseñanza del inglés?

¿Qué características tienen los estudiantes exitosos de una licenciatura en la enseñanza del inglés?

¿Cuáles son las características metacognitivas, motivacionales y de autorregulación que influyen en los estudiantes exitosos de una licenciatura en la enseñanza del inglés?

### Descripción del Método

El proyecto de investigación denominado “Perfil de estudiantes exitosos en un centro educativo de nivel superior” tuvo por objetivo general identificar las características metacognitivas, autorregulatorias y motivacionales que influyen en los logros académicos de los estudiantes exitosos de una licenciatura en la enseñanza del inglés de una universidad pública en Chiapas. Es una investigación exploratoria, de carácter mixto, y de alcance descriptivo.

<sup>1</sup>El Dr. Hugo César Pérez y Pérez es docente-investigador de la Facultad de Lenguas, Campus Tuxtla de la Universidad Autónoma de Chiapas, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Perfil Prodep. Ha publicado libros colectivos sobre investigación y didáctica. [hugopp15@hotmail.com](mailto:hugopp15@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Dra. María Eugenia Culebro Mandujano es docente investigadora de la Facultad de Lenguas, Campus Tuxtla de la UNACH, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Perfil Prodep. Ha publicado artículos en libros colectivos sobre investigación y didáctica. Actualmente es la Secretaria General de la Universidad Autónoma de Chiapas. [maru.culebro@gmail.com](mailto:maru.culebro@gmail.com)

<sup>3</sup> La Dra. Mónica Mirada Megchún es docente-investigadora de la Facultad de Lenguas Campus Tuxtla de la Universidad Autónoma de Chiapas, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Ha participado como ponente en foros sobre investigación y didáctica. Es actualmente la Directora de la institución. [monceseli@hotmail.com](mailto:monceseli@hotmail.com)

<sup>4</sup> La Mtra. Vanina Herrera Allard es docente de Facultad de Lenguas, Campus Tuxtla de la Universidad Autónoma de Chiapas, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Ha participado como ponente en eventos internacionales sobre la enseñanza de lenguas. Actualmente es la Secretaria Académica de la facultad [vaninaherrera@hotmail.com](mailto:vaninaherrera@hotmail.com)

Cabe aclarar que hubo que efectuar una redirección del objetivo general de nuestra investigación. Lo anterior, una vez que en nuestro primer acercamiento analítico a los datos obtenidos encontramos una veta de información que, a juicio del investigador, requería la atención de nuestros afanes; y por lo tanto, del redireccionamiento del rumbo de la investigación.

A este respecto, Hernández, Fernández y Baptista (2014) dicen: “También es conveniente comentar que durante la investigación pueden surgir objetivos adicionales, modificarse los objetivos iniciales, e incluso ser sustituidos por nuevos objetivos, según la dirección que tome la investigación.” (p.3)

Es así que el rumbo de la investigación fue cambiado en lo referente a la selección de informantes que primeramente se integró; es decir, se decidió no realizar la encuesta respectiva a los propios estudiantes exitosos, sino que pedimos a otro grupo de estudiantes que nos externaran sus percepciones sobre los estudiantes exitosos. Cabe aclarar que en un principio el éxito de los estudiantes para catalogarlos como tales se basó en el criterio de calificación únicamente.

Fue de este modo que comenzamos a trabajar en la búsqueda de los datos respectivos en tres estudiantes iniciales a quienes cuestionamos sobre su actuación académica. Fue entonces que al hacer un análisis inicial a sus respuestas se hizo evidente que dichos estudiantes no se consideraban exitosos, y dieron sus respuestas informando sobre los quehaceres académicos de otros aprendientes.

En tal virtud, se tomó la decisión de dejar a los seleccionados de la selección inicial, y enfocarnos en otra selección basada en criterios: un grupo de 15 estudiantes a los que invitamos a que nos dieran sus impresiones sobre los estudiantes exitosos que ellos conocían.

A este respecto, encontramos apoyo en Valle et al (2014) cuando señalan:

En este sentido, entendemos que es fundamental considerar el protagonismo de los alumnos y sus percepciones respecto de los procesos de aprendizaje, lo cual permitirá comprender los determinantes que inciden en el comportamiento académico de los mismos. (p.143)

Por lo que respecta a la revisión de literatura tenemos que en el estudio denominado “¿Qué mueve a los estudiantes exitosos? Metas y motivaciones de universitarios en las modalidades presencial y distancia ” (Chiecher, Ficco, Paoloni y García, 2016) quedó demostrado que los estudiantes de la licenciatura modalidad presencial establecían metas de aprendizaje; mientras que los estudiantes en la modalidad a distancia establecían como su meta evitar el fracaso. Quedó destacado también el papel fundamental de la motivación entre los estudiantes que se fijan metas de aprendizaje.

Del mismo modo, en la investigación “Caracterización de estudiantes exitosos: Una aproximación al aprendizaje de las Ciencias Naturales.” (Olivo, 2017) se encontró que los estudiantes exitosos son personas motivadas, intrínseca y extrínsecamente, que acusan responsabilidad, son responsables, y de forma constante utilizan estrategias de aprendizaje. Descripción del método

El proyecto de investigación denominado “Perfil de estudiantes exitosos en un centro educativo de nivel superior” tuvo por objetivo general identificar las características metacognitivas, autorregulatorias y motivacionales que influyen en los logros académicos de los estudiantes exitosos de una licenciatura en la enseñanza del inglés de una universidad pública en Chiapas. Es una investigación exploratoria, de carácter mixto, y de alcance descriptivo.

Cabe aclarar que hubo que efectuar un re-direccionamiento de nuestra investigación. Lo anterior, una vez que en nuestro primer acercamiento analítico a los datos obtenidos encontramos una veta de información que, a juicio del investigador, requería la atención de nuestros afanes; y por lo tanto, del cambio parcial del rumbo de la investigación. Al comenzar a trabajar en la búsqueda de los datos respectivos en tres informantes iniciales no percatamos por sus informes que los mismos no se consideraban exitosos, y dieron sus respuestas informando sobre los quehaceres académicos de otros aprendientes.

Sobre el giro que tomó nuestra labor inquisitiva, encontramos soporte en Hernández, Fernández y Baptista (2014) dicen: “También es conveniente comentar que durante la investigación pueden surgir objetivos adicionales, modificarse los objetivos iniciales, e incluso ser sustituidos por nuevos objetivos, según la dirección que tome la investigación.” (p.3)

Cabe mencionar que en el presente caso, no trabajamos con una muestra, sino mediante una selección basada en criterios; es decir, la selección se constituyó por estudiantes de licenciatura que por decisión propia aceptaron participar en la investigación, como respuesta a la invitación hecha por el investigador para las entrevistas. De este modo integramos una selección de 15 participantes que dieron su consentimiento informado. Nos apegamos a González y González (1982, en Cacho 2006) cuando afirma que

En el análisis de los sujetos individuales uno observa las constates del actor colectivo. Por tanto, el valor de un trabajo de investigación no puede depender únicamente del número de sujetos investigados sino que deben tomarse en cuenta los aspectos que se pretender atender y desvelar.(p.131)

Es así que el rumbo de la investigación fue cambiado en lo referente a la selección inicial; es decir, se decidió no realizar la encuesta respectiva a los propios estudiantes exitosos, sino que pedimos a otro grupo de estudiantes que nos dijese sus percepciones sobre los estudiantes exitosos.

Sobre la selección de informantes basada en criterios, coincidimos con Valle et al (2014) cuando señalan:

En este sentido, entendemos que es fundamental considerar el protagonismo de los alumnos y sus percepciones respecto de los procesos de aprendizaje, lo cual permitirá comprender los determinantes que inciden en el comportamiento académico de los mismos. (p.143)

Para la recolección de datos se utilizaron cuestionarios elaborados por el investigador del tipo de auto-reporte. Igualmente se realizaron entrevistas a profundidad, previa la elaboración del guion de entrevista correspondiente.

Las entrevistas y los cuestionarios sondearon, de manera general, diversos aspectos relacionados con su conocimiento acerca de los estudiantes calificados como exitosos. Las preguntas relativas exploraron, entre otras situaciones, desde la propia definición o conceptualización de estudiantes exitosos, hasta las características que estos últimos poseían para poder ser catalogados como alumnos exitosos. Igualmente se sondearon aspectos como las cuestiones del entorno de los estudiantes exitosos, así como de aspectos relacionados con el desempeño de los estudiantes objeto de estudio de la presente investigación.

Ahora bien, estudiosos e investigadores del éxito o fracaso de los estudiantes adjudican estos dos extremos a factores como el autoconcepto, las atribuciones causales de éxito y fracaso, las metas establecidas, el ambiente de la clase, y los procesos de autorregulación, entre otros (De La Torre y Godoy, 2004; López y Pereira, 2005; Rosario et al, 2008, en Pérez et al, 2009, p.449).

En el mismo orden de ideas, y en relación al ambiente de clase, hay autores que refieren la percepción de los estudiantes en su interpretación hacia los factores que pueden potencializar el alcance del éxito o el fracaso; y citan entre estos casos la influencia de los docentes en el aula como factor que potencializa a los estudiantes hacia el éxito. Así: “These individual differences may result from differential treatment by teachers (Marshall & Weinstein, 1986; R. S. Weinstein & Middlestadt, 1979, en Pérez et al, 2009).

Una vez que tuvimos los datos relativos, procedimos a realizar el análisis de los mismos a fin de ver lo que tenían en común, lo que se repetía en los asertos acerca de los factores que influyen en el alcance del éxito estudiantil. Lo anterior significa que nos avocamos a buscar lo que aparecía en aquellos datos en lo relativo a los asuntos que se mostraban de forma reiterada en los asertos de los informantes. Sin embargo, el análisis señalado tuvo también la intención de agregar a dichos datos una contribución extra del investigador. Dicho de otro modo, buscamos enmarcar los asertos de nuestros participantes en la investigación dentro de un referente teórico, estudios o marcos analíticos que nos permitiera acercarnos a su comprensión. En tal virtud, nuestro trabajo de investigación puede ser considerado, en parte, como un estudio generativo. (Fuentes, 2006).

Sobre este asunto, encontramos apoyo en Morse (1999, en Vasilachis 2006) cuando señala que “Sin embargo, para que la tarea de investigación constituya un aporte, es necesario agregar a las palabras de los actores algo adicional; sea una síntesis, sea una interpretación, sea el desarrollo de un concepto, un modelo, una teoría.” (P.27)

### **Comentarios finales**

#### *Resumen de resultados*

1.- Mediante los datos aportados por nuestros informantes encontramos que los estudiantes exitosos son percibidos como personas dedicadas a sus estudios, ambiciosos y orientados a metas, proactivos en el salón de clases, motivados, positivos, amables, estratégicos, y autorreguladores de su actuar académico.

2.- Logramos relacionar dichas características con tres factores que influyen en la conformación del estudiante exitoso: Factores inherentes al propio estudiante, factores inherentes a su entorno; y factores inherentes al ambiente de aprendizaje generado por la institución educativa. Estos factores podrían ser considerados también como determinantes personales, sociales e institucionales.

3.- Igualmente se pudo advertir que los estudiantes exitosos poseen rasgos de personalidad comunes, lo que permite hacer predicciones sobre su actuar académico.

#### *Conclusiones*

1.- Las conclusiones a las que llegamos se relacionan con nuestro objetivo general, por lo que podemos señalar que conseguimos identificar las características de los estudiantes exitosos de un centro de educación superior. Identificamos en ellos a estudiantes responsables, honestos, dedicados, ambiciosos, orientados a metas; curiosos, positivos y organizados.

- 2.- La identificación de las características de los estudiantes exitosos podría servir para generar formas de trabajo en el aula que promovieran en estudiantes de bajo logro escolar las formas de actuación de los estudiantes exitosos.
- 3.- Nuevos trabajos de investigación sobre las características de los estudiantes exitosos podrían llevarse a cabo a partir de la presente investigación.
- 4.- Los resultados de la investigación podrían aportar conocimiento sobre las formas de estudiar y realizar tareas y trabajos académicos que llevan a cabo los estudiantes exitosos; conocimiento que sería de utilidad para estudiantes en general que quisieran acercarse a formas de estudiar y trabajar que reporten logro académico apropiado. Igualmente, podría ser de utilidad para los centros educativos universitarios para el diseño de actividades tendientes a potenciar los esfuerzos académicos estudiantiles en general.

### Referencias

- Alvarado-Ochoa et al (2017). Personalidad del estudiante exitoso. Revista Ciencia UNEMI Vol. 10, N° 25, Diciembre 2017. Recuperado de: <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/626>
- Ames, C. & Archer, J.(2009). Achievement goals in the classroom: student's learning strategies and motivation processes. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.536.9309&rep=rep1&type=pdf>
- Bandura, A. (1991). Social Cognitive Theory of Self-Regulation. Organizational Behavior and Human Decision Process. Recuperado de <http://www.uky.edu/~eushe2/BanduraPubs/Bandura1991OBHDP.pdf>
- Bandura, A. (1991). Social Cognitive Theory of Self-Regulation. Organizational Behavior and Human Decision Process. Recuperado de <http://www.uky.edu/~eushe2/BanduraPubs/Bandura1991OBHDP.pdf>
- Cacho, M. (2006). Trayectorias e identidades: una generación de profesores. En Medina (Coord.). Voces emergentes de la docencia. Horizontes, trayectorias y formación profesional. México: Porrúa/UPN.
- Coffey, A., & Atkison, P. (2003). Encontrar el sentido a los datos cualitativos: Estrategias complementarias de investigación. Colombia: Facultad de Enfermería-Universidad de Antioquia. Recuperado de <http://www.fceia.unr.edu.ar/geii/maes-CPU-etria/2014/DraSanjurjo/8mas/Amanda%20Coffey,%20Encontrar%20el%20sentido%20a%20los%20datos%20cualitativos.pdf>
- Fuentes, S. (2006). Logro escolar y poder. Sus implicaciones en el desarrollo socio-moral de los estudiantes de una escuela técnica. México: Plaza y Valdez.
- Gargallo, Bernardo, Suárez-Rodríguez, Jesús M. y Pérez-Pérez, Cruz (2009). El cuestionario CEVEAPEU. Un instrumento para la evaluación de las estrategias de aprendizaje de los estudiantes universitarios. RELIEVE, v. 15, n. 2, p. 131. Recuperado de: [http://www.uv.es/RELIEVE/v15n2/RELIEVEv15n2\\_5.htm](http://www.uv.es/RELIEVE/v15n2/RELIEVEv15n2_5.htm)Revista
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación, 6ª edición. México: McGraw Hill.
- Lanz, M. (2006). El Aprendizaje autorregulado. Enseñar a aprender en diferentes entornos educativos (Colección Ensayos y Experiencias). Argentina: Noveduc.
- Olivo, J. (2017). Caracterización de estudiantes exitosos: Una aproximación al aprendizaje de las Ciencias Naturales. Revista de Investigación Educativa 25 140, julio-diciembre, 2017. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/2831/283152311006.pdf>
- Pérez, M. et al (2009). Escala de Metas de Estudio para Estudiantes Universitario. R. Interam. Psicol. 43(3), 2009. Revista Interamericana de Psicología/Interamerican Journal of Psychology - 2009, Vol. 43, Num. 3 pp. 449-455449. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/45492465\\_Escala\\_de\\_Metas\\_de\\_Estudio\\_para\\_Estudiantes\\_Universitarios](https://www.researchgate.net/publication/45492465_Escala_de_Metas_de_Estudio_para_Estudiantes_Universitarios)
- Valle, G. et al (2014). Éxito y fracaso académico desde la perspectiva de los estudiantes universitarios. Revista Dos puntas, Año VI - N° 9 / 2014. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5067154>
- Vasilachis, I. (2006). La investigación cualitativa. En Irene Vasilachis (coord.), Estrategias de investigación cualitativa. Madrid: Gedisa Editorial.

# ANÁLISIS SIMPLE DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR EN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

C. Stéphane Picot Zamora<sup>1</sup>, Dr. Marcelino Carrera Rodríguez<sup>1</sup>, M. en I. José Francisco Villegas Alcaraz<sup>1</sup>, Dra. Ma del Carmen Salazar Hernández<sup>1</sup>, Dr. Juan Manuel Mendoza Miranda<sup>1</sup>, Dra. Miroslava Cano Lara<sup>2</sup> y Ing. José Raúl García Martínez<sup>1</sup>

**Resumen**—En este trabajo se presenta un modelo simple para analizar el efecto que tiene el desgaste del aceite en la disipación de energía que no se aprovecha después de la combustión y la fricción que se genera entre las piezas en movimiento relativo. Se realizaron mediciones experimentales para el coeficiente de fricción y capacidad calorífica del aceite, el poder calorífico del combustible y las relaciones fundamentales de transferencia de calor por conducción y convección. La metodología propuesta se fundamenta en el estudio realizado por Rémi (2012), que proporciona un análisis simple por bloques de la disipación, que de acuerdo a los resultados, disminuye con el tiempo de uso y el desgaste del aceite. Para incrementar la eficiencia de un motor es importante que opere a temperaturas elevadas pero que no llegue al límite de generar fatigas térmicas o daños estructurales, por lo que una buena disipación es deseable.

**Palabras clave**— coeficiente de fricción, capacidad calorífica de aceite, análisis por nodos, desgaste de aceite, transferencia de calor, motor de combustión interna

## Introducción

El aceite lubricante juega un papel muy importante en el funcionamiento de los motores de combustión interna (MCI), ya que entre otras funciones, es responsable de proporcionar una lubricación adecuada para evitar el desgaste entre diversas piezas que se encuentran en movimiento relativo, reduce el escape de los gases de combustión hacia el cárter y refrigera las partes lubricadas para ofrecer un ambiente de operación más estable.

El presente trabajo se enfocará en presentar un análisis aproximado sobre el fenómeno de la transferencia de calor y fricción que se tornan alrededor de las funciones del aceite lubricante, el cual ayuda a mitigar el calor generado en la combustión y transferirlo hacia al medio circundante que rodea al motor, y disminuir la fricción entre piezas en movimiento relativo. Se busca demostrar cuál es el efecto del desgaste del aceite sobre su capacidad de disipación de calor y de lubricación, la cual es necesaria para prevenir el sobrecalentamiento del vehículo.

## Descripción del Método

### *Modelo Simple Propuesto*

El modelo simple que se presenta a continuación, se basó en un trabajo presentado por Rémi (2012), y las ecuaciones básicas que modelan la transferencia de calor por conducción y convección para geometrías simples. Se fundamenta en la representación simple de la transferencia entre dos nodos o bloques, situados cada uno en materiales o fluidos distintos, con la finalidad de tener un aprendizaje cualitativo y aproximado de estas transferencias de energía; que evolucionará de acuerdo a la calidad del aceite lubricante y agua de enfriamiento. Adicional a esto, se presentará un análisis aproximado del cálculo de la fricción que se presenta en el pistón debido al cambio de viscosidad del aceite lubricante, que es la principal fuente de generación de este tipo de pérdida.

En la literatura se han realizado análisis más completos en relación a la distribución de energía y temperaturas a lo largo de la cámara de combustión y de las paredes del cilindro, observándose una no homogeneidad, Jarrier et al. 2000. Se presenta un mayor cambio entre la parte superior (cerca de la cámara de combustión) y la parte inferior (en contacto con el tanque de aceite) del bloque motor. Sería interesante modelar este comportamiento como dos nodos intercambiando calor por conducción entre ellos, para simular este gradiente de temperatura. La parte superior del motor también está directamente en contacto con el agua de refrigeración. De igual forma, la parte inferior intercambia calor con el tanque de aceite. El coeficiente de conducción depende del material y de las superficies de intercambio entre ellas. El aluminio y/o acero es el material comúnmente utilizado.

### *Simplificación del modelo*

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato. Av. Mineral de Valenciana 200 Col. Fracc. Industrial Puerto Interior, Silao, Guanajuato, México 36275. [mcarrerar@ipn.mx](mailto:mcarrerar@ipn.mx)

<sup>2</sup> Ing. Mecatrónica. Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Carr. Irapuato-Silao Km 12.5, Col. El Copal. C.P. 3682. Irapuato, Guanajuato.

El modelo propuesto involucra el análisis completo de la transferencia de calor de tres partes esenciales del motor de combustión interna: piezas de metal, agua de refrigeración y aceite lubricante, Figura 1.

Para el modelo se considera lo siguiente:

- No se toma en cuenta el modelado de los circuitos de aceite y agua.
- El motor se simplifica en dos nodos.
- El primer nodo involucra en un elemento las paredes de la cámara de combustión, el agua de refrigeración y la parte superior del bloque superior. Este nodo calcula la energía de las pérdidas entre las paredes de la cámara de combustión y el agua de refrigeración.
- El segundo nodo incluye el aceite lubricante y el bloque inferior. Este nodo recibe la potencia térmica resultante de las pérdidas por fricción del motor de combustión interna. Que se presentan principalmente en el pistón y con menor intensidad en el cigüeñal, bielas y árbol de levas.
- Se conservan las transferencias térmicas al aire ambiente.
- El radiador, se propondrá mantener una temperatura máxima del agua de enfriamiento alrededor de 80°C-90 °C.

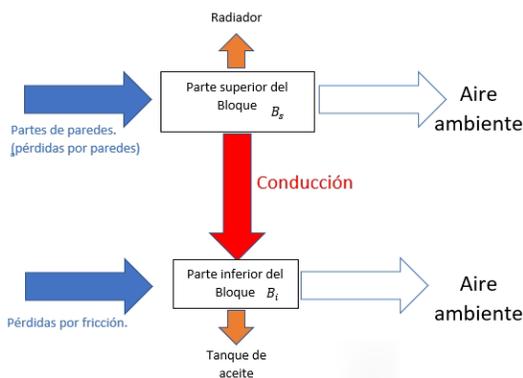


Figura 1. Modelo de intercambio de calor en bloques o nodos simplificado.

Si se aplica la primera ley de la termodinámica en cada sección del bloque motor, puede obtenerse un modelo aproximado:

$$Q_{pérdidas} = Q_{pérdidas-Bs} + Cp_{H2O}m_{H2O}\Delta T_{H2O} = Q_{H2O-Bs} + Q_{Bs-ambiente} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$Q_{fricción} = Q_{fricción-Bs} + Cp_{aceite}m_{aceite}\Delta T_{aceite} = Q_{aceite-Bi} + Q_{Bi-ambiente} \quad \text{Ecuación 2}$$

Al aplicar las ecuaciones anteriores, se simplificará el modelo, suponiendo que las paredes metálicas son muy delgadas, por lo que su resistencia a la conducción se tornará despreciable. Las pérdidas por fricción se calcularán a partir de la fricción generada en el pistón, una de las principales zonas donde se presenta. Con respecto a la transferencia de los bloques superior e inferior con el aire ambiente, se lleva a cabo a través de los tres mecanismos: conducción entre las partes metálicas, convección con aire debajo del cofre y del cárter y por radiación debido a las altas temperaturas alcanzadas en algunas (partes) zonas externas del motor. Debido a la complejidad de estos intercambios, así como la limitada información disponible que permita una cuantificación precisa, se proponen un modelo de coeficiente de intercambio constante.

$$Q_{Bs-ambiente} \text{ ó } Q_{Bi-ambiente} = Q_{Al-ambiente} = \alpha(T_{Al} - T_{Ambiente}) \quad \text{Ecuación 3}$$

$\alpha$  es el coeficiente de convección térmica, W/K.

### Cálculo teórico-experimental de las propiedades del aceite

La finalidad de realizar estas pruebas es observar el efecto que causa el desgaste de piezas sobre las características físicas del aceite, conforme se incrementa el tiempo de operación real del motor.

#### Viscosidad

Con el viscosímetro Brookfield DV1, el sistema de circulación de agua TC 650 y el DIN Adapter se realizaron las pruebas de viscosidad a temperaturas desde 10 a 60°C en intervalos de diez grados. Estas mediciones son importantes ya que la temperatura influye en el comportamiento y características que presenta el aceite al interior del motor en operación.

#### Calor específico del aceite, Cp

Para las pruebas de calor específico fue necesario implementar un dispositivo, el cual fue diseñado con sensores de temperatura, una placa computadora Arduino® y la plataforma MatLab® para la adquisición de datos experimentales. Se basa en el calentamiento de una resistencia eléctrica, que a través del fenómeno de transferencia de calor, se incrementa la temperatura del aceite, permitiendo cuantificar la capacidad calorífica Cp.

$$C_{p \text{ aceite semana } i} = \frac{Q_{\text{resistencia}}}{m\Delta T_{\text{aceite semana } i}} \quad \text{Ecuación 4}$$

#### Coeficiente de fricción, Cf

La tribología es la ciencia que estudia la fricción, el desgaste y la lubricación, comprendiendo la interacción de las superficies en movimiento relativo, en sistemas naturales y artificiales. Para conocer el nivel de desgaste y la calidad que guarda el aceite lubricante, se analiza su coeficiente de fricción a través de un módulo de Tribología de Desgaste (TM260 de G.U.N.T.), utilizando como materiales de interacción acero-aluminio.

#### Cálculo de la potencia ideal producida por el motor

Diferentes autores utilizan ecuaciones dinámicas del motor de combustión interna para describir el comportamiento interno, Vera (2015). Partiendo de un supuesto del desplazamiento lineal del pistón  $x(\theta)$ , su velocidad  $v(\theta)$  y aceleración  $a(\theta)$ , es posible deducir las Ecuaciones 5-7 respecto a la posición angular del cigüeñal.

Para determinar el volumen instantáneo de la cámara de combustión  $V_c(\theta)$ , se parte del área trasversal del pistón  $A_p$ , que multiplica por el desplazamiento instantáneo de éste, a este resultado se le suma el volumen de la cámara de combustión  $V_c$ , Ecuación 8.

Considerando el proceso de admisión en el recorrido del PMS al PMI a una presión contante, donde la válvula de admisión es abierta al inicio del recorrido o bien en  $\theta=0^\circ$ , hasta el final del pistón en el PMI donde  $\theta=180^\circ$  y ambas válvulas se encuentran cerradas, es posible considerar la Ecuación 9.

Posteriormente se presenta el proceso de compresión isentrópico, donde el barrido del pistón va de PMI al PMS con un ángulo entre  $180^\circ < \theta < 360^\circ$  del recorrido angular del cigüeñal; es importante mencionar que al estar ambas válvulas cerradas, permite el incremento de la presión, por lo que la presión instantánea se podría determinar.

La combustión o adición de calor instantáneo a volumen constante, se lleva a cabo utilizando la presión estándar del motor en cuestión (que puede presentarse un poco antes de la ignición), y a partir de un ángulo entre  $360^\circ < \theta < 540^\circ$  es posible determinarla por el proceso de expansión isentrópica a través de la Ecuación 10.

Una vez finalizado el proceso de expansión isentrópica, el motor abre su válvula de escape, disminuyendo hasta una presión atmosférica de forma instantánea y a volumen constante, para iniciar ahora una carrera ascendente del PMI al PMS al recorrer los últimos  $180^\circ$  para expulsar los productos generados de la combustión, por lo que se regresa a la condición de la Ecuación 9.

Teniendo las presiones en cada proceso, es posible suponer que el par debido a los gases  $M(\theta)$  está dado por la presión generada en una superficie constante y en cada posición que se encuentra el pistón, Ecuación 11.

Sin embargo, también es posible detectar la potencia  $\dot{W}$  que generan los gases utilizando el par instantáneo y dependiendo de la posición angular del cigüeñal, gracias al régimen de giro en el que se encuentra trabajando el motor, Ecuación 12.

$$x(\theta) = r(1 - \cos(\theta)) + l(1 - \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2(\theta)}) \quad \text{Ecuación 5}$$

$$v(\theta) = nr \left( \sin(\theta) + \frac{\lambda}{2} \sin(2\theta) \right) \quad \text{Ecuación 6}$$

$$a(\theta) = n^2 r (\cos(\theta) + \lambda \cos(2\theta)) \quad \text{Ecuación 7}$$

$$V_c(\theta) = V_c + A_p x(\theta) \quad \text{Ecuación 8}$$

$$P(\theta) = P_{atm} \quad \text{Ecuación 9}$$

$$P(\theta) = P(\theta - 1) \left( \frac{V_c(\theta - 1)}{V_c(\theta)} \right)^k \quad \text{Ecuación 10}$$

$$M(\theta) = P(\theta) A_p x(\theta) \quad \text{Ecuación 11}$$

$$\dot{W} = 2\pi M(\theta) \frac{n}{60} \quad \text{Ecuación 12}$$

#### Cálculo de la fuerza de fricción en el pistón

El cálculo de la fuerza de fricción  $F_f$  es un factor muy importante dentro de las pérdidas por el movimiento de piezas dentro del motor. Aquí se enfocará en la pérdida que se presenta entre la pared del cilindro (acero) y el pistón (aluminio), considerando que el claro entre las paredes del cilindro del pistón que contiene la película de aceite es de 0.004mm y que el largo de la falda del pistón es de 5.9cm, mediante el coeficiente de fricción  $C_f$  y la potencia generada o consumida durante el ciclo a una velocidad dada:

$$F_f = \frac{\dot{W}}{v(\theta)} C_f \quad \text{Ecuación 13}$$

### Resultados y análisis

#### Cálculo de las propiedades físicas y termodinámicas del aceite

Para aplicar el modelo propuesto es necesario la obtención de propiedades físicas y termodinámicas del aceite, como se muestran en el Cuadro 1. Para ello, se tomaran en cuenta los datos obtenidos de dos seguimientos al cambio de aceite a lo largo de las semanas de uso, Prueba 1 y Prueba 2. Se observa que el calor específico del aceite nuevo con sus propiedades aún intactas, es mucho mayor que el obtenido en las pruebas, lo que conlleva a una disminución en su capacidad de captar energía y retirarla del seno del motor, provocando el incremento de la temperatura de operación del motor. Para la viscosidad, se realizaron mediciones experimentales y se llevó a cabo un análisis estadístico y matemático para obtener un modelo de predicción de la misma en función de la temperatura y las semanas de uso  $\mu = f(T,t)$ , con un error promedio máximo del 10%. Los resultados que se muestran es para 26°C, no obstante el modelo la puede predecir para distintas temperaturas. El valor de la viscosidad del aceite nuevo es mayor que el de las últimas semanas de uso, por lo que en estas últimas se espera un nivel de protección o lubricación menor, provocando un mayor desgaste entre las piezas en movimiento relativo. Con respecto a la densidad, se ve un incremento en las Pruebas 1 y 2, sobretodo en la primera, debido a que se recorrió un mayor número de kilómetros de los recomendados, provocando mayor desgaste de algunas piezas al interior del motor.

#### Cálculo de la potencia ideal entregada por el motor

En la Figura 2 se muestra la potencia de operación que se presenta en las cuatro etapas del ciclo de potencia, sin embargo, solo la tercera etapa de expansión es en donde se produce potencia efectiva o que entrega al sistema, los otros tres procesos absorben potencia para su operación, además de las pérdidas por fricción entre las partes en movimiento relativo para el flujo de carga o descarga en los ductos y las válvulas de admisión y escape, así como también en el proceso de compresión de la mezcla aire-combustible.

Realizando un promedio de la potencia presente en cada uno de los procesos y tomando el total como el 100%, en la Figura 3 se indica la cantidad de potencia absorbida y generada, donde los porcentajes más bajos hacen referencia a la potencia perdida durante el ciclo por fricción en el flujo o por absorción de trabajo, mientras que el índice más alto indica la potencia generada o aprovechada durante el tercer proceso de expansión, alrededor del 44%. Entonces, alrededor del 56% de la potencia producida se consume en los demás procesos del ciclo.

Muestra	Km acumulados	Semanas / Km Recorridos	Densidad a 26°C (g/ml)	Cp mezcla @40°C (kJ/kg · K)	Cp mezcla @100°C (kJ/kg · K)	Viscosidad $f(T,t)$ (mPa · s)	Coefficiente de fricción ( $C_f$ )
Nuevo	137500	0 / 0	0.86868	1.74820	1.94946	359.9895	0
Prueba 1	144070	9 / 6570	0.88356	1.54079	1.72014	266.6435	0.14
Prueba 2	149805	10 / 5735	0.87297	1.51631	1.49129	225.7113	0.10

Cuadro 1. Datos de propiedades físicas y termodinámicas del aceite nuevo y a lo largo de las pruebas.

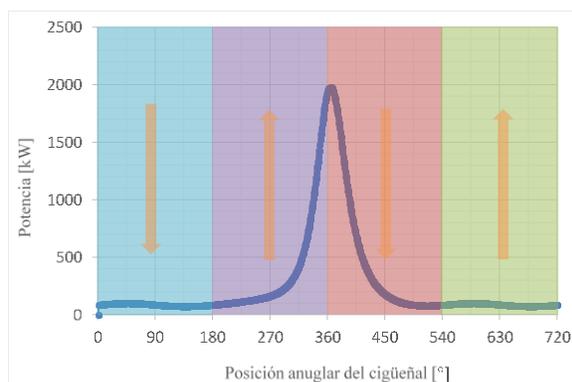


Figura 2. Potencia involucrada durante el ciclo de potencia por los gases de escape sobre el pistón.

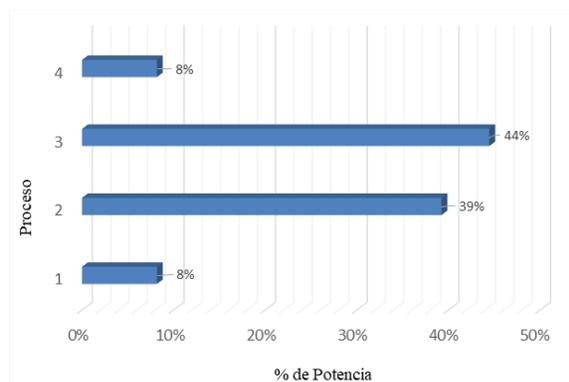


Figura 3. Porcentaje de potencia presente en cada proceso del ciclo de potencia del motor.

A partir de los datos experimentales del coeficiente de fricción y de viscosidad del aceite desgastado (Prueba 1 y 2) y aceite nuevo que se muestran en el Cuadro 1, la Figura 4 presenta el impacto que tienen respecto a la fuerza de fricción ejercida en la pared del cilindro y la falda del pistón, donde el efecto se incrementa con el desgaste del aceite debido a la pérdida de viscosidad y la presencia de sólidos suspendidos; que representa un riesgo para el

desgaste de las piezas a partir de este punto. Por otro lado, es posible visualizar que alrededor del 94% de la fuerza de fricción que se presenta sobre la interfaz con el fluido a lo largo del ciclo de potencia, está en la compresión y expansión, como muestra la Figura 5.

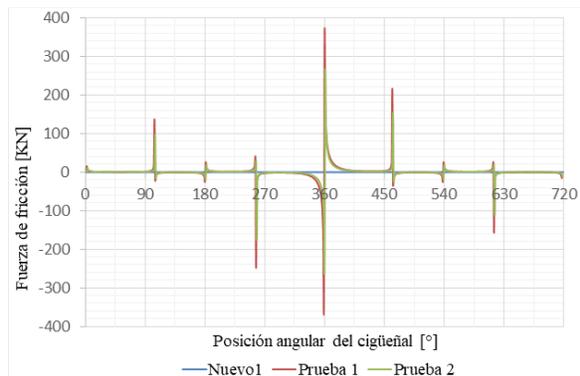


Figura 4. Efecto de la fuerza de fricción en las paredes durante el ciclo de potencia.

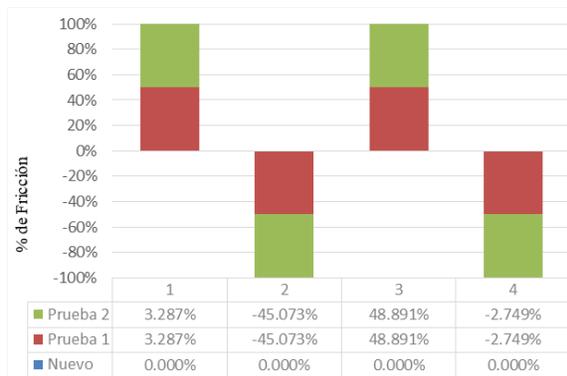


Figura 5. Porcentaje de fricción por proceso durante el ciclo.

Realizando una comparación de la potencia debida a las pérdidas por fricción, la Figura 6 muestra que hay etapas donde se mantiene relativamente constante, durante el proceso de admisión y de escape; por otro lado, en el trayecto intermedio y final de la compresión y al inicio de la expansión se incrementa a la par. Para ver mejor este efecto, la Figura 7 representa la cantidad de potencia promedio consumida. Cuando la viscosidad disminuye y se incrementa la cantidad de sólidos suspendidos, este fenómeno se incrementa, como lo reflejan las muestras de aceite desgastado.

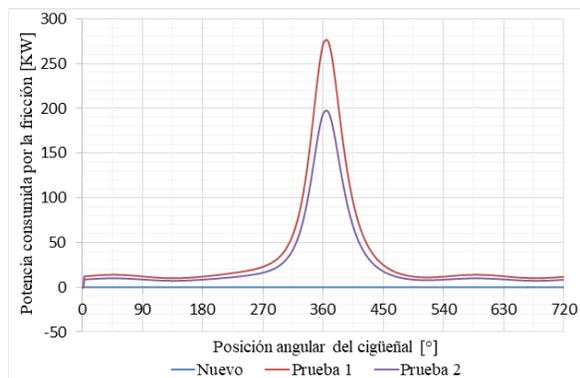


Figura 6. Potencia consumida por fricción debido al desgaste de aceite.

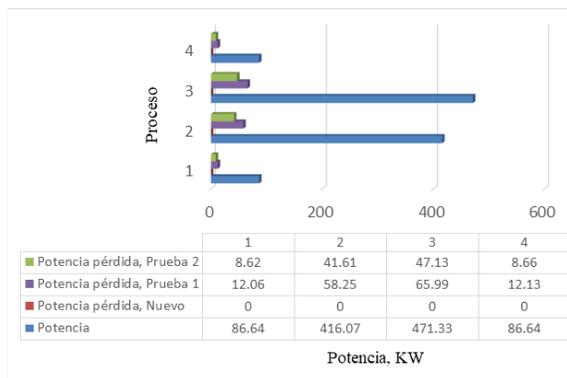


Figura 7. Potencia promedio consumida por fricción en cada etapa del proceso.

Se sabe que los dos mecanismos (sistema de enfriamiento y de aceite lubricante) transmiten alrededor del 25-33% de la energía producida por la combustión; que a través del sistema de los gases de escape se pierde alrededor del 30-37% de esta energía y que solo alrededor del 33-40% de la energía se convierte en potencia mecánica, que se utiliza para vencer la fricción por rodamiento en las llantas y la fuerza de arrastre hacia el interior y exterior del vehículo, Holmberg et al. 2012. La mayor pérdida por transferencia de calor se da a través de la culata o cabeza del motor, de un 50 – 60%, a través de la pared del cilindro, de 8 – 22%, por los conductos de escape, de 30 – 50%, y por otras partes que rodean al motor, de 2 – 6%, Vera (2015).

De acuerdo a los reportes de literatura y tomando la potencia efectiva, la presente en la tercera etapa del ciclo de potencia (471.33KW), Figura 7, que representa el 35% de la energía liberada por la combustión, se procede a calcular los datos de entrada al proceso de combustión, esto con la finalidad de dar un acercamiento a la realidad. Se utilizó una velocidad promedio de 1800rpm, se considera una eficiencia de combustión del 96% y alrededor de 4% que permanece en los gases, Cuadro 2.

A partir de la Ecuación 1 y 2 se procede al cálculo de la cantidad de calor que el bloque superior transfiere al agua de enfriamiento, suponiendo que la pared metálica tiene una resistencia mínima a la transferencia y que el agua transfiere todo el calor al aire circundante. De igual forma, el calor generado por la fricción se transfiere al flujo de

aceite y este a su vez al medio ambiente. De acuerdo a los datos de literatura se considera entonces los siguientes factores de transferencia hacia el agua de enfriamiento ( $F_{H2O} = 0.33 \cdot 0.60$ ), para el aceite nuevo ( $F_{aceite} = 0.33 \cdot 0.08$ ) y para el caso de las Pruebas 1 y 2, se toma la suma de los valores promedio de la potencia por fricción generada en las etapas del ciclo de potencia, Figura 7.

$$Q_{pérdidas} = Q_C * F_{H2O} = C_{p_{H2O}} m_{H2O} \Delta T_{H2O} = Q_{Bs-ambiente} \tag{Ecuación 14}$$

$$Q_{fricción} = Q_C * F_{aceite} = C_{p_{aceite}} m_{aceite} \Delta T_{aceite} = Q_{Bi-ambiente} \tag{Ecuación 15}$$

De acuerdo a los resultados arrojados en el Cuadro 2, respecto a la transferencia de calor en el bloque superior, se pudo obtener el flujo másico aproximado del agua de enfriamiento (6.36 kg/s) necesaria para mantener un cambio de temperatura no mayor a 10°C dentro del sistema de enfriamiento. Para el bloque inferior, se observa un incremento de temperatura del aceite lubricante con el desgaste del mismo, lo que conlleva al incremento de la temperatura en las inmediaciones del motor, lo que puede provocar un sobrecalentamiento del mismo o la presencia de fallas mecánicas o estructurales. Finalmente, es importante mencionar que ambos sistemas de disipación de calor se verían afectados si se presentan cambios abruptos de la temperatura del aire ambiente.

Flujos másicos aproximados para el proceso de combustión								
m <sub>aire</sub> (kg/s)	m <sub>combustible</sub> (kg/s)	m <sub>exceso</sub> (kg/s)	m <sub>mezcla</sub> (kg/s)	m <sub>exceso</sub> (%)	PCI (kJ/kg)	η <sub>comb</sub> (%)	Q <sub>C</sub> (kJ/s)	
0.47498	0.03166	0.02111	0.52775	4	44300	96	1346.660	
<i>Bloque superior: Intercambio de calor con agua de enfriamiento, cálculo flujo requerido.</i>				<i>Bloque inferior: Intercambio de calor con aceite, incremento de temperatura.</i>				
Q <sub>pérdidas</sub> (kJ/s)	C <sub>p<sub>H2O</sub></sub> (kJ/kg·K)	ΔT <sub>H2O</sub> (°C)	m <sub>H2O</sub> (kg/s)	Muestra	Q <sub>fricción</sub> (kJ/s)	C <sub>p<sub>aceite</sub></sub> (kJ/kg·K)	m <sub>aceite</sub> (kg/s)	ΔT <sub>aceite</sub> (°C)
266.639	4.187	10	6.36827	Nuevo	35.5519	1.94946	6.5	2.805
				Prueba 1	148.429	1.72014	6.5	13.275
				Prueba 2	106.020	1.49129	6.5	10.937

Cuadro 2. Propiedades de la combustión y de la transferencia de calor hacia el bloque superior e inferior.

### Comentarios finales

En el presente trabajo de investigación se realizó el estudio de los efectos del coeficiente de fricción, de la capacidad calorífica y viscosidad del aceite lubricante sobre las pérdidas de energía por transferencia de calor y fricción, las cuales se obtuvieron a través de sus propiedades físicas y químicas. Se analizaron los resultados para aceite nuevo y dos cambios de aceite, Prueba 1 y 2. Se presentan las principales conclusiones del presente proyecto:

- Se observa que conforme avanza la vida útil del aceite, se incrementa el contenido de sólidos suspendidos y disminuye la viscosidad, provocando mayor fricción entre las piezas en movimiento relativo.
- Se analizó el comportamiento de la potencia generada y consumida durante los diferentes procesos del ciclo de potencia, encontrando que el 56% de la potencia generada se reutiliza en la operación de tres de los procesos y solo el 44% se obtiene como potencia efectiva entregada.
- La capacidad calorífica disminuye con el desgaste de aceite, por lo que su capacidad de disipación de calor se verá mermada, provocando un sobrecalentamiento del motor y de los dispositivos a su alrededor o fatiga térmica en algunos de estos. Se incrementa hasta 10°C la necesidad de disipación debido al desgaste.
- En conclusión, el uso de esta metodología puede ser factible para predecir de forma aproximada y cualitativa el efecto de estas propiedades sobre la disipación de calor y la energía efectiva producida.

### Referencias

- Holmberg K., Andersson P. and Erdemir A. "Global energy consumption due to friction in passenger cars". *Tribology International* **47**: 221–234, (2012)
- Jarrier L., Champoussin J. C., Yu R. and D. Gentile, "Warm-up of a D.I. Diesel Engine: Experiment and Modelling", *SAE paper* 2000-01-0299, (2000)
- Rémi Dubouil. Etude par simulation des transferts thermiques dans un groupe motopropulseur hybride électrique automobile. *Thermique [physics.class-ph]. Ecole Centrale de Nantes (ECN)*. Français, (2012)
- Vera González C. "Variación de la presión en la cámara de combustión de un mci con respecto de la posición angular del cigüeñal", *Instituto Tecnológico de Pachuca*, Tesis, 6 de noviembre de (2015)

# OBTENCIÓN DE LAS CURVAS DE TEMPERATURA EN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DE SEIS LITROS A BAJOS ÍNDICES DE REVOLUCIÓN

M.C. Juan José Piña Castillo<sup>1</sup>, M.C. Jesús Cirilo Trujillo Jiménez<sup>3</sup>, M.C. Renato González Bernal<sup>3</sup>  
y Mauricio Piña Solís<sup>4</sup>

**Resumen**— En la presente investigación se analiza el comportamiento térmico de un motor de combustión interna de seis cilindros, utilizando como combustible la gasolina. Las pruebas se realizaron utilizando un motor de 4.1 litros. Se realizaron pruebas de medición de la temperatura al alimentar el motor con gasolina magna de 87 octanos. Las pruebas se realizaron utilizando el adquisidor de datos marca Fluke de 20 canales con termopares tipo k, ubicados en puntos específicos de interés los cuales son: la admisión, el radiador y escape. Utilizando bajas revoluciones de operación 470, 800 y 1000. El análisis de los resultados muestra las curvas termodinámicas que sirven para caracterizar del comportamiento del motor a diferentes índices de revoluciones. Con estas graficas obtenidas es posible generar un banco de datos que servirán para la caracterización del motor y poder asociarlo con el tipo de combustible utilizado.

## Introducción

El hombre dentro de su actividad diaria tiene la necesidad de transportarse de un lugar a otro, para ello utiliza automóviles con motores de combustión interna y otros medios de transporte. Existen millones de vehículos con motores de combustión interna circulando por el mundo y cada uno de ellos es una fuente de contaminación para el aire. Estos provocan emisiones que estos son un conjunto de gases nocivos para el medio ambiente, que proceden de la combustión que se produce en el motor de un automóvil. Las emisiones contaminantes que producen los motores de combustión interna son una preocupación a nivel mundial, por lo que se han propuesto leyes y regulaciones respecto a las emisiones de gases que obligan a los fabricantes a situarse a la vanguardia tecnológica para que se diseñen motores que cumplan con las normativas de emisiones que se promueve en cada país.

En un motor de combustión interna se introduce aire y combustible. En los motores de encendido por chispa, la mezcla de aire y combustible se preparaba antiguamente en el carburador y es luego conducida al cilindro, ahora es por medio de inyectores, lo que permite un ahorro de combustible y un mejor aprovechamiento del mismo; en los motores de encendido por compresión se realiza directamente en el cilindro, donde el combustible se inyecta después de haber introducido y comprimido el aire. La mezcla comprimida en la cámara de combustión se transforma, por efecto de la combustión, en vapor de agua (H<sub>2</sub>O), bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y nitrógeno (N). El nitrógeno, gas inerte contenido en el aire, no interviene en la combustión. El vapor de agua producido en la combustión se mantiene y se comporta como un gas permanente. Entre los otros productos de la combustión se encuentran partículas de otros gases tales como: monóxido de carbono (CO), hidrógeno (H<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y oxígeno (O<sub>2</sub>), cuando la combustión es incompleta. La cantidad de oxígeno que participa en el proceso está en razón directa del exceso de aire introducido con respecto al necesario para la combustión.

El empleo de una herramienta adecuada para el monitoreo de temperatura de gases en diferentes puntos de interés en un motor de combustión interna nos caracterizar las curvas de estabilización del sistema. Las principales anomalías asociadas en los motores de combustión interna se deben principalmente a: un deficiente enfriamiento, una mala relación de aire/combustible, la pérdida de potencia, y la presencia de gases en el escape producto de una mala combustión. Para realizar las pruebas se empleó un motor a gasolina de seis cilindros marca General Motors.

<sup>1</sup> El M.C. Juan José Piña Castillo es profesor de Ingeniería Mecánica en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México [jpina@umich.mx](mailto:jpina@umich.mx)

<sup>2</sup> El M.C. Jesús Cirilo Trujillo Jiménez es profesor de Ingeniería Mecánica en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México [jcirilo@umich.mx](mailto:jcirilo@umich.mx)

<sup>3</sup> El M.C. Renato González Bernal es profesor de Ingeniería Mecánica en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México [regonzalez@umich.mx](mailto:regonzalez@umich.mx)

<sup>4</sup> El C. Mauricio Piña Solís es estudiante de la Facultad de Ingeniería Química en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México [1831534@umich.mx](mailto:1831534@umich.mx)

### Descripción del Método

Para el desarrollo de la presente investigación fue necesario se utilizó un motor de combustión interna, marca de fabricación General Motors (GM) de seis cilindros con las características siguientes:

**Tabla 1.** Características del motor de combustión

Cilindro	4097 cc
Número de cilindros	6 en línea
Diámetro	98.43 mm
Carrera	98.66 mm
Válvulas de escape	1 por cilindro
Válvulas de admisión	1 por cilindro
Suministro de combustible	Carburador

Se decidió utilizar el termopar tipo J, principalmente porque se reporta en la bibliografía encontrada los rangos de temperatura necesarios van de 0 grados Celsius a 750 grados Celsius y bajo los siguientes criterios de selección:

- Rango de temperatura
- Resistencia química del termopar o material de la funda
- Resistencia a la abrasión y la vibración
- Requisitos de instalación (es posible que sea necesario que sea compatible con el equipo existente; los orificios existentes podrían determinar el diámetro de la sonda).

Para la obtención de los datos se utilizó un adquisidor de datos marca Fluke de 20 canales, junto a una computadora la cual es capaz de soportar el software a utilizar, el cual es llamado Fluke DAQ 4.0. Con esta metodología es posible caracterizar las curvas de temperaturas del motor a bajos índices de revolución.



Figura 1. Arreglo general.

En la figura 1 se presenta el arreglo principal entre el motor y los termopares tipo J, los cuales están conectados al adquisidor de datos, el cual está conectado al software Fluke DAQ 4.0 que se instaló en una computadora portátil marca HP.

Para la obtención de las temperaturas en los diferentes sistemas del motor de combustión interna. Se han registrado las temperaturas en los sistemas de admisión, en el radiador y en el sistema de escape. Estas temperaturas son importantes para obtener las curvas de temperaturas para el desarrollo del presente estudio.

En la figura 2 se muestra la posición de registro de la temperatura del aire de admisión. Se ha designado colocar el termopar para registrar las temperaturas después del filtro del aire de entrada.



Figura 2. Termopar en la admisión.

Esta temperatura registrada nos indica las condiciones con las que entra el aire al motor, y tiene relación con la densidad de masa en el interior del cilindro del motor.

Por otra parte, en la figura 3, se muestra el punto de adquisición de la temperatura en el radiador, ubicado a la entrada del circuito de refrigeración del motor.

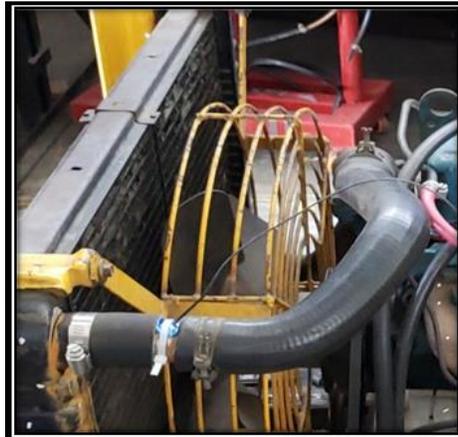


Figura 3. Termopar en el radiador.

En la figura 4 se muestra el punto de registro de la temperatura del gas a la salida del colector de escape. Se trabajó y se midieron tres diferentes condiciones de operación del motor, con el objetivo de conocer las temperaturas de operación.



Figura 4. Termopar en el escape.

En la carrera de escape, la salida del gas se da de forma espontánea y dependiendo del grado de carga que se tenga en el motor, se libera una cantidad calor, que es la que motiva que se genere por una parte en trabajo que realiza el pistón. El conocimiento de la temperatura de escape en condiciones de operación del motor registradas es de importancia relevante para nuestra caracterización.

### Resultados

Una vez que se procesaron los bancos de datos obtenidos se procedió a la generación de las curvas de temperatura del motor de combustión interna, las cuales se muestran a continuación

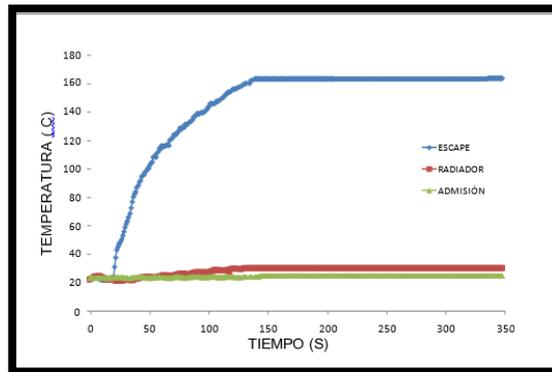


Figura 5. Curvas de temperatura del motor a 470RPM.

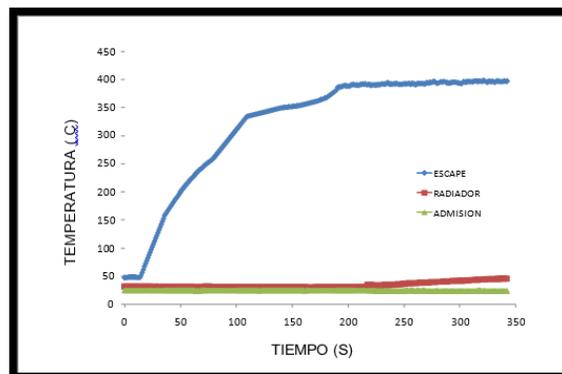


Figura 6. Curvas de temperatura del motor a 800RPM.

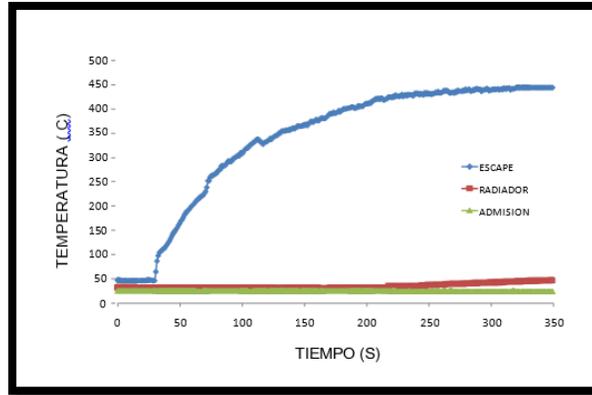


Figura 7. Curvas de temperatura del motor a 1000 RPM.

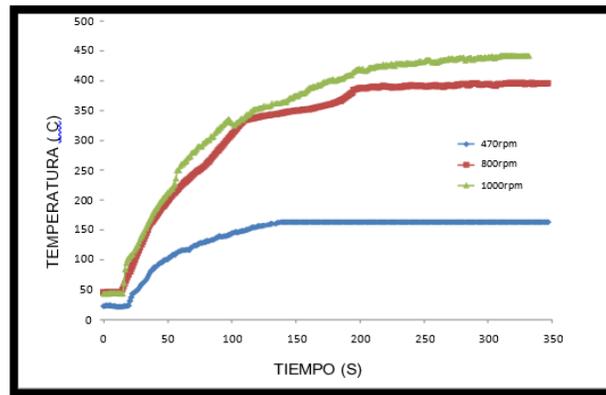


Figura 8. Comparación de curvas en el Escape a diferentes índices derevolución.

En la figura 8 para el escape, se muestran las diferentes revoluciones de operación, se observa que a un índice de revolución igual a 470 rpm se tiene una temperatura de 22°C, en las siguientes curvas se puede observar que la temperatura al momento de efectuar las lecturas en el motor se registró 42°C, para los índices de revolución de 800 rpm y 1000 rpm se observa que a menor revolución de operación del motor se estabiliza en un menor tiempo aproximado de 2 minutos como se muestra, ya que en realidad es debido a la comprensibilidad del aire y que la combustión fue menor y le produjo tanto como a las diferentes revoluciones probadas.

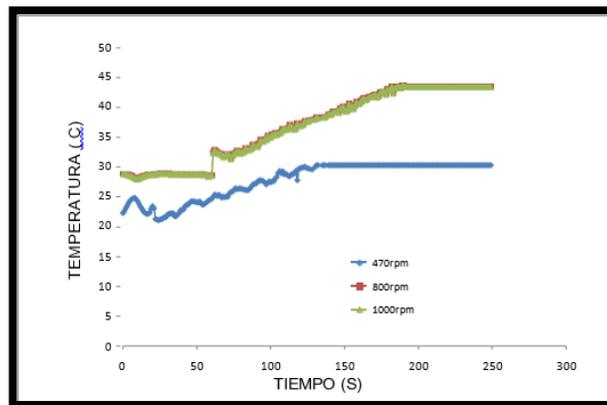


Figura 9. Comparación de curvas en el Radiador a diferentes índices derevolución.

En la figura 9 para la salida del radiador, se muestran las diferentes revoluciones de operación, se observa que a

un índice de revolución en 470 rpm a una temperatura inicial de 22.06°C, ya que el motor trabajo en estado transitorio, se mantuvo incrementando durante un tiempo aproximado de 2.5 minutos y hasta que llegó a estabilizarse a una temperatura de 30.11°C.

A las revoluciones de operación de 800 rpm y 1000 rpm son muy similares y tienen una temperatura inicial de 28.64°C, tarda un tiempo para la estabilización aproximadamente de 3 minutos hasta la temperatura de 43.38°C. Haciendo un análisis de las gráficas entre las tres revoluciones del radiador, se obtuvo una variación total de 13.27°C.

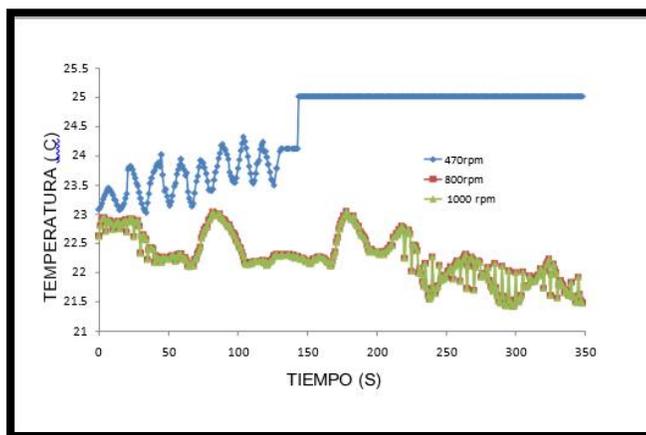


Figura 9. Comparación de curvas en el Radiador a diferentes índices de revolución.

En la figura 9 haciendo la comparación de los tres casos estudiados a diferentes revoluciones, se observa que la convección forzada tiene un mayor impacto al aumentar el número de revoluciones, y esto se puede observar en la gráfica con una disminución de temperatura a medida que aumenta el flujo de aire el cual está directamente relacionado con el aumento en el número de revoluciones.

### Conclusiones

Se logró la caracterización del motor de combustión interna de seis cilindros, colocando tres termopares tipo J en tres diferentes posiciones (admisión, radiador y escape) para generar las curvas de temperaturas, para en un trabajo futuro compararlos con otros tipos de combustible.

Se analizó el comportamiento de cada una de las gráficas para cada una de las revoluciones trabajadas (470, 800 y 1000 rpm), así mismo también se analizó la posición de adquisición, es decir, admisión, radiador y escape.

Para la admisión se observó que a medida que se aumentó el número de rpm hubo una disminución de temperatura.

En cuanto al radiador, hubo un incremento de temperatura, a medida que se incrementó el número de rpm de 470 a 800, pero en 800 y 1000 rpm se mantuvo prácticamente constante.

Finalmente, en el escape se observó que a medida que se incrementaron el número de rpm, se incrementó la temperatura. La pendiente de calentamiento aumentó con el incremento del índice de revoluciones.

### Referencias

Blair G.P. y McConnell J.H. Unsteady gas flow through high-specific-output 4-stroke cycle engines. SAE Paper 740736, 1974.

Piña-Castillo et al. Evaluación térmica de un motor de combustión interna de 4.1 l. ISSN 1946-5351 Vol. 10, No. 3, 2018

Antonio José Rovira de Antonio. Motores de combustión interna. ISBN/EAN: 9788436269536

C. Fayette y Edward S. The internal combustion engine. Internatuinal Text Book Co. ISBN n/d Edward F.

# La Racionalidad limitada en los estudiantes de la UAPCI

Dr. Marco Antonio Piña Sandoval<sup>1</sup>, Dra. Jenny Álvarez Botello<sup>2</sup>,  
Mtro. Enoc Gutiérrez Pallares<sup>3</sup>

**Resumen**— Se aborda la racionalidad limitada en el proceso de decisión como una de los principales rasgos de los alumnos de la Unidad Académica Profesional Cuautitlán Izcalli, y se analizan las particularidades que esta presenta y cómo incide en el comportamiento y estilos de decisión de estos. Se estudia, a su vez, los diferentes estadios emocionales que experimentan los decisores y se profundiza sobre las peculiaridades e importancia de la toma de decisiones individuales y grupales. Se valora el impacto que tiene la "racionalidad limitada" para la organización y las posibles estrategias para orientarse mejor ante esta realidad de la Pandemia COVID-19.

**Palabras clave**—Racionalidad limitada, incertidumbre, riesgos, toma de decisiones, covid-19

## Introducción

La educación es una de las principales áreas que se han visto afectadas por la crisis del coronavirus a nivel mundial. Para México, las soluciones muestran fuertes deficiencias de su sistema educativo. Sin embargo, hay dos grandes obstáculos que se han identificado para llevar este plan a cabo: la falta de conectividad y herramientas, así como el desconocimiento digital, tanto de profesores como alumnos. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en colaboración con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), se afirma en la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2019, que el 76.6% de la población urbana es usuaria de Internet, mientras que en la zona rural la población usuaria se ubica en 47.7 por ciento y aunado a esto sólo el 44.3% dispone de computadora en sus hogares.

Entre las primeras medidas para contener su avance estuvo el cierre de los centros escolares en todos los niveles del sistema educativo. Según reportes de la UNESCO, hasta el 30 de marzo, 166 países habían cerrado sus escuelas y universidades. A escala mundial, 87 por ciento de la población estudiantil se vio afectada por estas medidas; es decir, unos 1,520 millones de alumnos. Además, en todo el mundo, alrededor de 63 millones de maestros dejaron de laborar en las aulas (IESALC-UNESCO, 2020).

Ante la suspensión de sus actividades académicas, los sistemas educativos del mundo han recurrido a los medios digitales para continuar con sus actividades escolares. Esta emergencia también ha puesto de manifiesto las carencias y desigualdades tanto en la disponibilidad de dichos recursos como en la preparación de profesores y alumnos para transitar hacia las modalidades de la educación a distancia. Aunque muchas instituciones universitarias han cerrado e intentado adoptar el aprendizaje en línea, muy pocas están bien preparadas para hacer este cambio de manera rápida y abrupta (Alcántara: 2020).

## *Unidad Académica Profesional Cuautitlán Izcalli (UAPCI) como objeto de estudio*

La Universidad Autónoma del Estado de México está comprometida con una misión que se remonta a sus orígenes y que se renueva en lo esencial, sin demeritar sus tradiciones históricas. Siempre atendiendo su vigencia, evoluciona y se transforma en la medida que el conocimiento y las sociedades tornan los futuros en tiempos presentes. Desde su fundación, genera, estudia, preserva, transmite y extiende el conocimiento universal, estando en todo tiempo y circunstancia al servicio de la sociedad. Abraza el compromiso de formar personas éticas, involucradas proactivamente en la construcción de la paz, la defensa de los derechos humanos y los valores de la democracia; con el logro de nuevas y mejores formas de existencia y convivencia humana, que promueven el desarrollo sustentable, lo mismo que una conciencia universal, humanista, nacional, libre, justa y democrática. En nuestro mandato de impartir educación media superior y superior, son vitales la investigación humanística, científica y tecnológica, la difusión cultural y acciones de extensión asociadas a los avances del humanismo, de la ciencia y la tecnología, del arte y de toda manifestación de la cultura, que en función de la actual crisis ética y moral en el

<sup>1</sup> El Dr., Marco Antonio Piña Sandoval es Profesor de Tiempo completo de la Universidad Autónoma del Estado de México, [uapciactuarial@gmail.com](mailto:uapciactuarial@gmail.com), (autor corresponsal).

<sup>2</sup> La Dra. Jenny Álvarez Botello es profesora de Tiempo completo de la Universidad Autónoma del Estado de México, [uapci.logistica@gmail.com](mailto:uapci.logistica@gmail.com).

<sup>3</sup> El Mtro. Enoc Gutiérrez Pallares es Profesor de Tiempo completo de la Universidad Autónoma del Estado de México, [uapci.negocios@gmail.com](mailto:uapci.negocios@gmail.com)

mundo globalizado se verán enriquecidas con el impulso del conocimiento con valores y la responsabilidad social, principios imprescindibles en el quehacer de nuestra institución y la comunidad universitaria.

En su reglamento interno la Universidad Autónoma del Estado de México, en el Capítulo VII respecto a la evaluación de asignaturas, señala:

Artículo 97. La evaluación de las asignaturas del plan de estudios de una licenciatura tendrá por objeto:

Que las autoridades, profesores y alumnos dispongan de elementos para conocer y mejorar la eficiencia del proceso enseñanza aprendizaje.

I. Que las autoridades, profesores y alumnos conozcan el grado en que se han alcanzado los objetivos de los programas de estudio.

II. Que, a través de las calificaciones obtenidas, los alumnos conozcan el grado de preparación que han adquirido, para en su caso ser promovidos.

Artículo 98. Para lograr los objetivos anteriores, se realizarán evaluaciones ordinarias, extraordinarias o a título de suficiencia, en términos de las disposiciones del presente Reglamento y del Reglamento interno de cada Facultad o Escuela, y demás normas aplicables.

Artículo 99. Las calificaciones de cada evaluación se expresarán en el sistema decimal, en la escala de 0 a 10 puntos. La calificación mínima para acreditar una asignatura es de 6 puntos.

En caso de que el alumno no se presente a una evaluación se le anotará N. P. que significa “no presentado”.

### ***La racionalidad limitada VS Racionalidad***

Históricamente se han establecido unas diferencias fundamentales entre las decisiones racionales y las decisiones de racionalidad limitada. El término racional es aplicable a la toma de decisiones que se realiza analíticamente consciente; por su parte el término no racional es aplicable a toma de decisiones intuitivas y de juicios. Simon fundamenta su tesis en la convicción de que la racionalidad está restringida debido a limitaciones sociales externas y limitaciones cognitivas internas. Para Simon (1992), el término irracional es aplicable a decisiones que responden a lo emocional. De esta forma, la visión racional de la toma de decisiones podría hacernos pensar que, ante asuntos importantes, de existir desacuerdos entre las partes, éstos se deben a diferencias en opiniones, pero con base racional, pues son examinados desde el punto de vista lógico y desapasionado de cada cual.

La racionalidad está enmarcada en la obtención de resultados máximos. Se asume que una persona racional tiene: completo conocimiento, total acceso a la información relacionada a los elementos y aspectos relevantes del ambiente, realiza la selección decisional de entre todas las alternativas posibles, tiene la capacidad de computar los beneficios y costes de las alternativas de acción disponible y tiene información sobre la probabilidad de cada uno de los resultados de los posibles cursos de acción, anticipando las consecuencias de cada alternativa. Además, debe tener la capacidad y habilidad de entender y considerar simultáneamente todas las alternativas actuales y potenciales. Asumiendo una racionalidad y unos objetivos definidos, las personas podrían tomar decisiones basadas en cálculos, pero es importante evidenciar que dichos cálculos se realizan realmente, porque los seres humanos tenemos limitaciones computacionales. La racionalidad se asume en un contexto de certidumbre, pero la certidumbre no está necesariamente dentro de la racionalidad humana, ni dentro del mundo que vivimos, cada vez más volátil y convulsionado.

Las intenciones de las personas de tomar decisiones racionales, pueden dar al traste con la realidad que enfrentamos. El problema de la racionalidad se refleja cuando se tienen que tomar decisiones bajo incertidumbre y bajo competencia imperfecta, situaciones para las cuales no fue diseñada. El modelo racional está limitado por el hecho de que en el mundo real no siempre existen las condiciones óptimas para tomar las decisiones. No existe información perfecta, porque entre otras razones tenemos: limitación de tiempo, limitación cognitiva, no conocemos todas las alternativas y estamos sujetos a la incapacidad de procesar toda la información. En el sentido amplio, la racionalidad denota un estilo de comportamiento que es apropiado para alcanzar ciertas metas y objetivos dentro de los límites impuestos por las condiciones y limitaciones (Simon: 1990).

Desde los años cincuenta Simon estableció que la racionalidad está limitada por las lagunas del conocimiento, pero también por aspectos individuales de los seres humanos. Las personas reflejamos sesgos y tenemos preferencias por cierto tipo de información y decisiones, llegando a ignorar información, y peor aún, a tergiversar información con el propósito de que ésta enmarque dentro de lo que creemos. La racionalidad se verá afectada en la medida que el ser humano falle en la evaluación de los hechos y en la identificación de los objetivos. Los instintos, las corazonadas, la personalidad, las emociones, las percepciones, los hábitos, las destrezas, los propósitos y otros factores subjetivos, contribuyen a una toma de decisión no necesariamente racional.

Por otra parte, Hodgson (2007), las instituciones incorporan valores, normas, rutinas, distintos tipos de hábitos y lenguajes. Las instituciones son importantes en tanto proporcionan los marcos cognitivos e interpretativos en el que

actúan los agentes económicos. En esta perspectiva, las universidades representan un subconjunto de las instituciones en donde se generan hábitos que contribuyen a alinear tanto las distintas preferencias como múltiples actividades. Los alumnos que integran la universidad se caracterizan por ser interactivos, moldeables parcialmente y por construir y reconstruir múltiples representaciones cognitivas sobre su entorno social.

Los estudiantes cuando realizan sus elecciones educativas y de acuerdo a la propuesta de este documento, pueden optar por tres formas de llevar el proceso de aprendizaje y evaluación en cada una de sus asignaturas, la eficiencia de estas estructuras se encuentra vinculada también al ambiente y al comportamiento de los individuos. El ambiente institucional define las “reglas del juego” de tal forma que las modificaciones de los derechos de propiedad, normas y leyes se reflejan en cambios en la obtención de sus calificaciones finales.

A modo de síntesis, podemos establecer los siguientes límites por parte de los decisores:

1. Un conocimiento limitado del ambiente, estableciendo que sólo se conoce una parte insignificante de lo que se debe saber para tomar las decisiones.
2. No existe un tiempo infinito para tomar las decisiones.
3. En la gran mayoría de las situaciones, los alumnos sólo pueden detectar un modesto número de variables del ambiente y dominar pocas de ellas.
4. Imposibilidad de procesar toda la información disponible por la limitada capacidad de atención
5. La incapacidad de atender y analizar toda la información simultáneamente.

### ***Toma de decisiones estudiantil***

Los alumnos pertenecientes a la Unidad Académica Profesional Cuautitlán Izcalli, ante el eminente cierre de actividades presenciales, enfrentan un proceso de enseñanza y aprendizaje totalmente nuevo. Dentro del experimento que se realizó para este proyecto, los estudiantes tuvieron que responder cual era la estructura de su preferencia para que fueran evaluados en las condiciones de la era COVID. El objetivo de la pregunta es obtener información relativa al perfil que adopta el estudiante en condiciones de incertidumbre.

Los tres tipos de perfil del estudiante están sustentados en la teoría económica de la utilidad esperada de los consumidores en condiciones de incertidumbre. Encontramos que los estudiantes como cualquier agente racional muestra preferencias de comportamiento ante el riesgo de la siguiente forma:

- a) averso al riesgo (estudiante que diversifica sus decisiones en un portafolio de varias opciones)
- b) neutro al riesgo (estudiante que diversifica sus decisiones en probabilidades iguales y opciones pares)
- c) amante del riesgo (estudiante que gusta de arriesgar sus opciones en una sola)

Los alumnos tienen ante sí, la posibilidad de decidir cuál de las estructuras de evaluación les viene mejor en condiciones de educación a distancia por el COVID. La estructura esta reflejada en el cuadro 1.

PAQUETES	ESTRUCTURAS DE EVALUACIÓN	PAGOS
A	EXAMEN	0 A 10
B	EXAMEN Y ACTIVIDADES ASINCRÓNICAS	0 A 10
C	EXAMEN, ACTIVIDADES ASINCRÓNICAS Y PROYECTO FINAL	0 A 10

Cuadro 1. Estadios de decisión de los alumnos de la UAPCI 2020.

Posteriormente de presentar la estructura de evaluación a los alumnos de la UAPCI, los resultados fueron los siguientes.

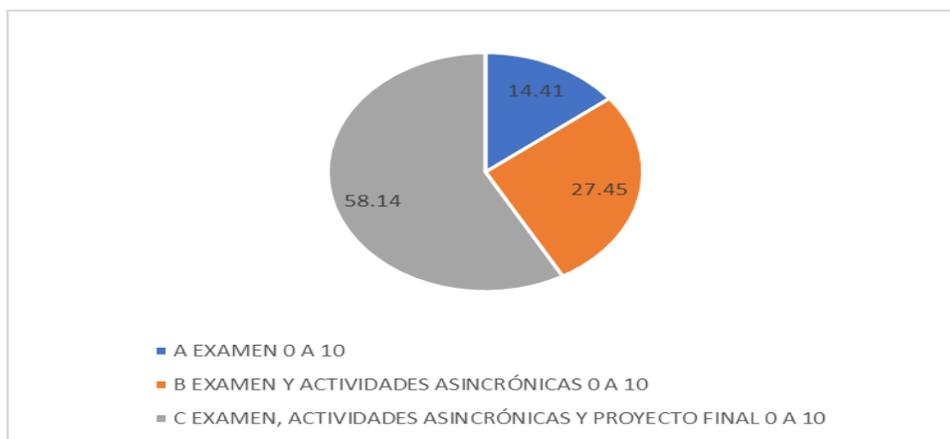
PAQUETES	ESTRUCTURAS DE EVALUACIÓN	PAGOS	%
A	EXAMEN	0 A 10	24.41
B	EXAMEN Y ACTIVIDADES ASINCRÓNICAS	0 A 10	32.45
C	EXAMEN, ACTIVIDADES ASINCRÓNICAS Y PROYECTO FINAL	0 A 10	43.14

Cuadro 2. Respuesta de la comunidad estudiantil a la estructura de evaluación UAPCI 2020.

De los resultados en el cuadro 2, podemos inferir que los alumnos con perfil de ser amantes del riesgo debido a que centralizan la toma de decisión a una sola carta que es el examen, muestran una preferencia del 24.41 %. Por otra parte, los estudiantes neutros al riesgo alcanzan un porcentaje de 32.45%. En lo que respecta a los alumnos con perfil averso al riesgo son de un 43.14 %.

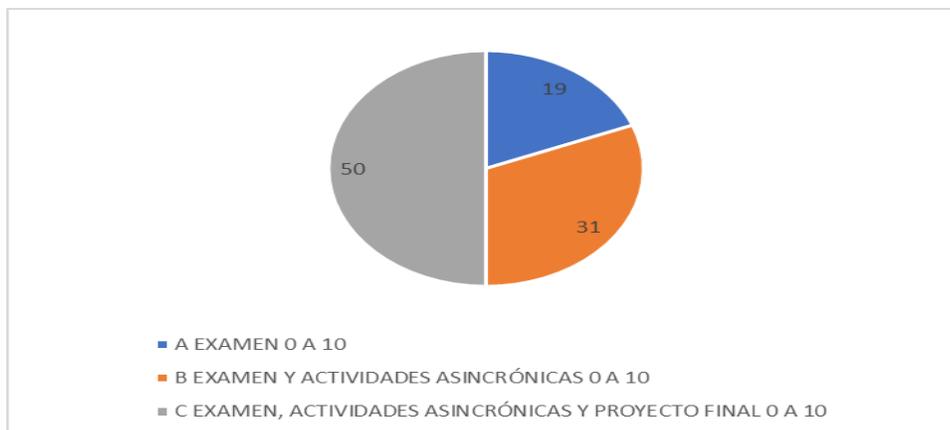
Posteriormente de que los estudiantes de la UAPCI determinaron su perfil, se plantea un escenario en donde un profesor que imparte la unidad de aprendizaje del semestre en curso, en su presentación de inicio de semestre, realiza una observación basada en su experiencia docente, donde advierte que la probabilidad de reprobar sus exámenes es de un 50%. La pregunta correspondiente a los estudiantes es, que tanto modificaría su respuesta en la elección de la estructura de evaluación. La respuesta en ese paquete A se vio reducida en un 11%, esto es, quedando de la siguiente forma 14.41%.

Un aspecto curioso por parte del alumnado de la institución, se presentó, cuando el escenario planteado por el profesor, en donde advierte que la probabilidad de reprobar sus exámenes era de un 50%, y en su lugar se plantea que la probabilidad de aprobar la materia es de un 50%, esto es, se cambia solamente la frase de reprobar por aprobar, los resultados de las preferencias de los estudiantes no se modificaron tanto, y este paso de un 24.41% por el 19%. En la gráfica 1, se observa con una mejor precisión el cambio en las decisiones de los estudiantes en un escenario donde el examen lo reprueba el 50 %. Además, los estudiantes que habían elegido la opción B, también modifican sus preferencias hacia la opción A.



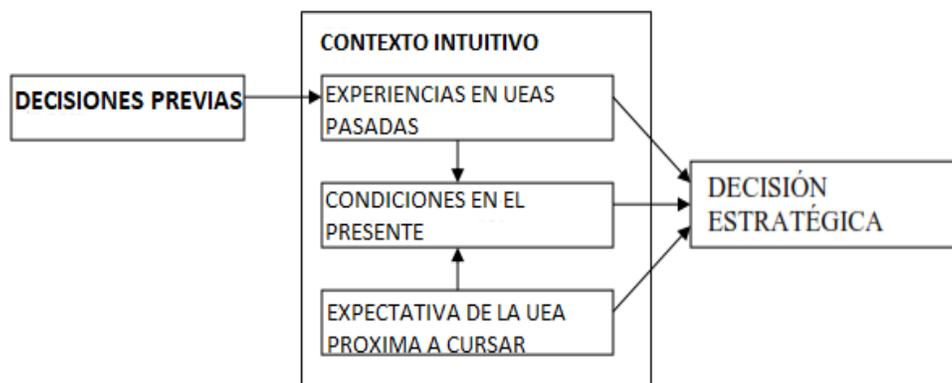
**Gráfica 1. Escenario donde reprueban el 50%**

La grafica 2, muestra que las decisiones de los estudiantes no se modifican tanto por el simple hecho de que la pregunta de aprueban un 50 %, planteada así, no les genera más incertidumbre.



**Gráfica 2. Escenario donde aprueba el 50%**

La figura 1, representa la propuesta de un modelo sencillo de decisión intuitivo, en donde se muestra cómo la interrelación de las experiencias pasadas, las vivencias actuales y la percepción de futuro determinan la toma de decisiones. Basándonos en la información previa podemos concluir que el proceso decisional no sólo depende de la información objetiva y de la racionalidad, también depende de los conocimientos que se tengan del mundo, de la interrelación con otras decisiones, con las experiencias y la capacidad intuitiva, entre otras.



**Figura 1. Modelo de decisión intuitivo.**

### Comentarios Finales

Los resultados obtenidos en este proyecto nos dejan visualizar que los estudiantes de la Unidad Académica Profesional Cuautitlán Izcalli al realizar su toma de decisiones, negocian con base en el oportunismo, esto es, buscan su propio interés propio con dolo e incluso pueden hacer trampa, ser deshonesto o desleal, y engañar sutilmente durante las actividades escolares. El oportunismo implica también que durante este proceso de formación profesional un alumno de información incompleta o distorsionada premeditadamente a fin de lograr ventajas favorables durante el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Si bien la benevolencia es una posibilidad de actuación en los estudiantes, lo que en la mayoría de los casos domina durante el proceso de enseñanza y aprendizaje es el oportunismo con dolo.

Asimismo, la institución, sus integrantes, tendrán que desarrollar soluciones innovadoras y eficaces para mejorar el aprendizaje de sus estudiantes, y aprovechar de la mejor manera los medios digitales y presenciales. No hay que olvidar tampoco que en I ha quedado pendiente la solución de los conflictos estudiantiles en varias escuelas y facultades. Ello será también una de las principales tareas a resolver cuando se regrese a las aulas.

El objetivo del trabajo es valorar la oportunidad que nos da esta coyuntura de la pandemia para pensar de otra forma el sentido de educar y el currículo. Los usos y costumbres de la educación en el espacio académico en estudio resultaron ser más determinantes en la conducción de los estudiantes a la hora de haber modificado los procesos de enseñanza y aprendizaje, debido a que los alumnos muestran preferencias de orden oportunista al tomar decisiones en condiciones de incertidumbre que dejan claro la priorización de una calificación por encima del aprendizaje.

### Referencias

Álvarez Botello Jenny (compiladora). (2015). Competencias profesionales en la educación superior. Especialidad en Logística, México: Universidad Autónoma del Estado de México.

CIDAC. (2014). “Encuesta de competencias profesionales”, México: USAID. Pp.171

CONEVAL. (31 de Julio de 2019). Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Recuperado el mayo de 2020, de Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/PobrezaInicio.aspx>

IISUE. (2020). Desigualdades educativas y la brecha digital en tiempos de COVID19. En ISSUE, Educación y pandemia. Una visión académica. (págs. 115-121). Ciudad de México, México. Recuperado el 26 de mayo de 2020

INEGI. (17 de febrero de 2020). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares. Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares. México. Recuperado el 26 de mayo de 2020

González J., Wagenaar, R. (2003). González J., & Wagenaar, R. Tuning Educational Structures in Europe. Bilbao: Universidad de Deusto.

Gonczy, Andrew. (2001). “Análisis de las tendencias internacionales y de los avances en educación y capacitación basadas en normas de competencias”, México: Noriega. Págs. 19, 24

Hodgson Geoffrey (2007), “La propuesta de la economía institucional”, G. Hodgson, Economía institucional y evolutiva contemporánea, UAM, México, pp. 49-88.

INEGI (2017). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), México: INEGI.

INSTITUTO NACIONAL PARA EL EMPLEO. (1995). Metodología para la ordenación de la formación profesional ocupacional, Madrid: Subdirección General de Gestión de Formación Ocupacional.

Keat, Paul y Philip Young. (2004). Economía de la empresa, México: PEARSON.

OCDE. (2007). “Perspectivas de la OCDE capital humano: Cómo moldea tu vida lo que sabes”, París: OCDE. Pp. 7

Rajimon John, (2010). “La economía y la función de producción en educación”, Visión de Futuro, Año 7, N.1, Volumen 13. Pp 19.

Salas, Velasco Manuel. (2008). Economía de la educación, México: PEARSON.

Simon Herbert A. (1992). Economics, Bounded relationaty and the cognitive revolution, Edwarrd E Publishing Company.

\_\_\_\_\_ (1990). El comportamiento administrativo. Buenos Aires: Aguilar

Stiglitz, Joseph y Bruce Greenwald. (2014). La Creación de una sociedad del aprendizaje, México: CRÍTICA.

Taboada Ibarra, Eunice. (Coordinadora). Hacia una nueva teoría de la empresa, México: Universidad Autónoma Metropolitana – Ediciones y gráficos Eón.

# APERTURA COMERCIAL Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN AMÉRICA LATINA (1990 – 2018)

M. en C. Pedro Plata Pérez<sup>1</sup>, Dra. Imelda Ortiz Medina<sup>2</sup> y Sandra Verónica García Cabrera<sup>3</sup>

**Resumen**— El objetivo de este estudio es examinar la relación entre apertura comercial y el crecimiento económico para un grupo de países de América Latina, durante el periodo 1990 – 2018. En la investigación se utilizan diagramas de dispersión con línea de tendencia con el propósito de estudiar la correlación entre las variables. La investigación encuentra que hay evidencia que respalda la hipótesis de que la apertura comercial es un factor que contribuye al crecimiento económico.

**Palabras clave**—Crecimiento económico, Apertura comercial, América Latina, Diagrama de dispersión.

## Introducción

Una de las preguntas que los estudiosos de la economía han intentado responder es ¿por qué unas economías crecen más rápido que otras?, una de las respuestas que se han dado es que las economías crecen porque registran una mayor acumulación de factores productivos. Otro de los elementos que se han mencionado como factores explicativos del crecimiento económico es la acumulación de capital humano tanto en educación como en salud, el desarrollo financiero, las instituciones, la geografía y la cultura entre otros. Dentro de este marco, también se ha considerado que la apertura comercial es uno de los factores que promueven el crecimiento económico.

El denominado Consenso de Washington, que hace referencia a un conjunto de recomendaciones de política económica para los países en desarrollo y para América Latina en particular, que se hizo popular durante la década de 1980. Las recomendaciones de instituciones con sede en Washington, como el Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Mundial (BM), plantearon que la apertura comercial constituía un factor fundamental para lograr mayores tasas de crecimiento económico. Las restricciones cuantitativas relacionadas con el comercio se deberían sustituir por los aranceles y éstos se deberían reducir gradualmente hasta alcanzar un arancel bajo uniforme en el rango de 10%. Las instituciones estuvieron de acuerdo en que el funcionamiento del libre mercado y la reducción de la participación estatal eran fundamentales para lograr el desarrollo.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo examinar la relación entre la apertura comercial y el crecimiento económico para un grupo de países de América Latina, durante el periodo 1990-2018.

## Marco teórico

De acuerdo con la teoría del comercio internacional existen dos causas (razones) por las que los países comercian. En primer lugar, los países se involucran en una relación comercial porque son diferentes. Existen diferencias en cuanto a su nivel de tecnología que utilizan o son diferentes en cuanto a sus dotaciones factoriales. En segundo lugar, los países comercian para aprovechar las economías de escala. El comercio permite ampliar el tamaño del mercado, lo que se traduce en un aumento de la producción, por lo que aumenta la eficiencia, los costos disminuyen y los precios de los bienes pueden disminuir con el beneficio de que aumenta el número de variedades de bienes disponibles.

De acuerdo con Adam Smith la base (causa) del comercio es la ventaja absoluta. Un país tiene ventaja absoluta si puede producir un bien más eficientemente (es decir, mayor producción por unidad de factor) que otro país. David Ricardo plantea que los beneficios del comercio no se limitan a la situación de la ventaja absoluta. David Ricardo consideró la situación en la que un país es más eficiente que otros en todas las líneas de producción. Incluso bajo esa situación, David Ricardo y Robert Torrens argumentaron que el comercio puede ser mutuamente beneficioso para los países participantes. Derivado de lo anterior, se desarrolló el concepto de ventaja comparativa.

---

<sup>1</sup>Pedro Plata Pérez es Profesor Investigador de la Unidad Académica de Economía, Universidad Autónoma de Zacatecas. [pplata175@gmail.com](mailto:pplata175@gmail.com) (autor corresponsal).

<sup>2</sup> Imelda Ortiz Medina es Doctora en Gobierno y Administración Pública por la Universidad Complutense de Madrid y docente investigador de la Universidad Autónoma de Zacatecas. [imeldaortizmedina@uaz.edu.mx](mailto:imeldaortizmedina@uaz.edu.mx)

<sup>3</sup> Lic. en economía, con maestría en población desarrollo y políticas públicas por la Benemérita Universidad Autónoma de Zacatecas. Actualmente Docente de la Licenciatura en economía de la misma Universidad, integrante de la organización académica economía, nanotecnología y sustentabilidad. Correo: [economiauzsandra@hotmail.com](mailto:economiauzsandra@hotmail.com).

Un país tiene ventaja comparativa en la producción de un bien si puede producir un bien a un costo de oportunidad más bajo que otro país.

De acuerdo con las teorías tradicionales del comercio internacional (Teorías de David y Hecksher-Ohlin), el libre comercio reflejado en barreras comerciales más bajas, produce una mejora del bienestar a medida que las ganancias de la especialización y del intercambio se manifiestan en una mayor producción que la que se hubiera obtenido en condiciones de autarquía. Las ganancias de especialización tienen lugar porque todos los factores de la producción se asignan a sus mejores usos. Las ganancias del intercambio ocurren debido a que la producción se realiza en condiciones de menor costo. Además el comercio conduce a ganancias de consumo mediante el aumento de los bienes y servicios que pueden elegir los consumidores a precios más bajos. Condiciones que no hubieran prevalecido bajo condiciones de autarquía.

De acuerdo con las teorías del comercio internacional, el efecto de la reducción de los aranceles en el crecimiento económico depende del efecto que tiene la reducción de los aranceles en la asignación de factores de la producción para la investigación y el desarrollo (I + D). Si la apertura comercial provoca una mayor asignación de recursos para la investigación y el desarrollo (I + D), dará como resultado un mayor crecimiento. En el caso contrario, se reduce el crecimiento (Grossman y Helpman, 1991 citados en Amadou, 2013).

Rivera-Batiz y Romer (1991 citados en Amadou, 2013) encontraron que la apertura puede tener un impacto positivo en el crecimiento si se traduce en un aumento en el acervo de conocimiento disponible en un país. Si las externalidades internacionales del conocimiento son perfectas, los países crecen más rápido después de la apertura. De acuerdo con este argumento, si las externalidades del conocimiento no son perfectas y si un país en desarrollo no es capaz de utilizar el conocimiento que proviene de los países industrializados, la apertura comercial causará diferencias en las trayectorias de crecimiento de los países.

Wacziarg y Welch (2003) sostienen que durante el periodo 1950 – 1998, los países que liberalizaron sus regímenes comerciales registraron tasas medias de crecimiento anual que se ubicaban en 1.5 puntos porcentuales por encima de las tasas que se registraron antes de la liberalización comercial. Agregan que después de la liberalización comercial las tasas de inversión crecieron de 1.5 a 2 puntos porcentuales, confirmando las conclusiones a las que habían llegado estudios anteriores que planteaban que la apertura comercial fomenta el crecimiento, entre otras cosas, mediante su efecto sobre la acumulación de capital físico.

Winters (2004) señala que existe una presunción demasiado fuerte de que la liberalización del comercio contribuye positivamente al desempeño económico. Sostiene que la liberalización comercial depende de otras políticas e instituciones que le favorezcan, pero también plantea que existe evidencia de que la apertura comercial, en realidad, produce mejoras en estas dimensiones. Winters (2004), subraya que es poco probable que la liberalización del comercio por sí sola sea suficiente para impulsar significativamente el crecimiento económico, a menos que la apertura comercial reduzca la corrupción y se acompañe de una mejor formulación de políticas macroeconómicas.

En un investigación Dollar y Kraay (2004) reportan que en la década de 1990 los países en desarrollo globalizados registraron un crecimiento del PIB per cápita de un 5%, los países ricos en 2.2 % y los países en desarrollo no globalizados crecieron a un 1.4 %. De esta manera, planteaban que los países en desarrollo globalizados estaban alcanzando a los países ricos y los países no globalizados se quedaban aún más rezagados. Dollar y Kraay (2004) afirmaban que el aumento de las tasas de crecimiento que acompaña a la expansión del comercio, en promedio, se traducía en un incremento proporcional en el ingreso de los países pobres. Se agregaba que la pobreza absoluta en las economías en desarrollo globalizadas cayó bruscamente durante los últimos 20 años. Los resultados de la investigación de Dollar y Kraay (2004) respaldan la opinión de que los regímenes de libre comercio redundan en un crecimiento más rápido y reducen la pobreza en los países pobres.

Kim (2011) sostiene que una mayor apertura comercial puede tener mayores beneficios en materia de crecimiento económico y en el nivel de vida de los países desarrollados. No obstante, el comercio internacional puede tener un impacto negativo en el crecimiento económico y en los niveles de los ingresos reales de los países menos desarrollados. Además, Kim (2011) plantea que el efecto real que ejerce el comercio depende del nivel de desarrollo financiero y de los niveles de inflación de los países. La apertura comercial influye negativamente en el crecimiento económico de los países con bajo desarrollo financiero, pero no tiene ningún efecto significativo en los países con alto desarrollo financiero. Agrega que la apertura comercial promueve el crecimiento económico en los países con bajos niveles inflacionarios, pero no tiene ningún efecto significativo sobre el crecimiento de los países con alta inflación.

Chang et al. (2009) muestran que la apertura comercial, por lo general, está asociada con un crecimiento más rápido, pero lo que consideran más importantes es que este efecto positivo puede ser significativamente mayor si se emprenden algunas reformas complementarias. Chang et al. (2009) sostienen que los efectos beneficiosos de un aumento de la apertura comercial sobre el crecimiento económico adquieren una dimensión mayor cuando en una

sociedad existe un gobierno eficiente, honesto y responsable y donde el estado de derecho es más respetado. Igualmente el efecto positivo de la apertura comercial es más fuerte cuando los mercados laborales flexibles posibilitan que las empresas nacionales se transformen y adapten a entornos cambiantes. En particular, aquellos mercados extranjeros altamente competitivos.

Huchet et al. (2018) sostienen que los países con mayor apertura comercial y que exportan productos de mejor calidad experimentan tasas más altas de crecimiento económico. Cuanto mayor sea la calidad de la canasta de exportaciones de un país, mayor será la influencia positiva que tiene el comercio sobre el crecimiento económico. Agregan que la apertura comercial puede tener un impacto negativo en el crecimiento para los países que se especializan en productos de baja calidad.

### Datos

Como indicador de la apertura comercial de un país se usa la variable comercio que es la suma de las exportaciones e importaciones, medidas como proporción del Producto Interno Bruto (PIB). Otro indicador usado para medir el grado de apertura comercial son las exportaciones de bienes y servicios como proporción del PIB. Como indicador del crecimiento económico se utiliza la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto per cápita en dólares constantes de 2010. Los indicadores que miden la apertura comercial y el crecimiento económico fueron tomados del Banco mundial.

Los países incluidos en la muestra son Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.

El grupo de países tomados en conjunto creció a una tasa promedio de 1.42 % en el periodo 1990 - 2018. Entre los países que registraron mayores de tasas de crecimiento fueron; República Dominicana, 3.47 %, Chile, 3.02%, Panamá, 2.90 % y Uruguay 2.01 %. Los países que registraron menores tasas de crecimiento fueron; Guatemala, 0.65 %, Jamaica, 0.56%, El Salvador, 0.51 % y Nicaragua, 0.42%.

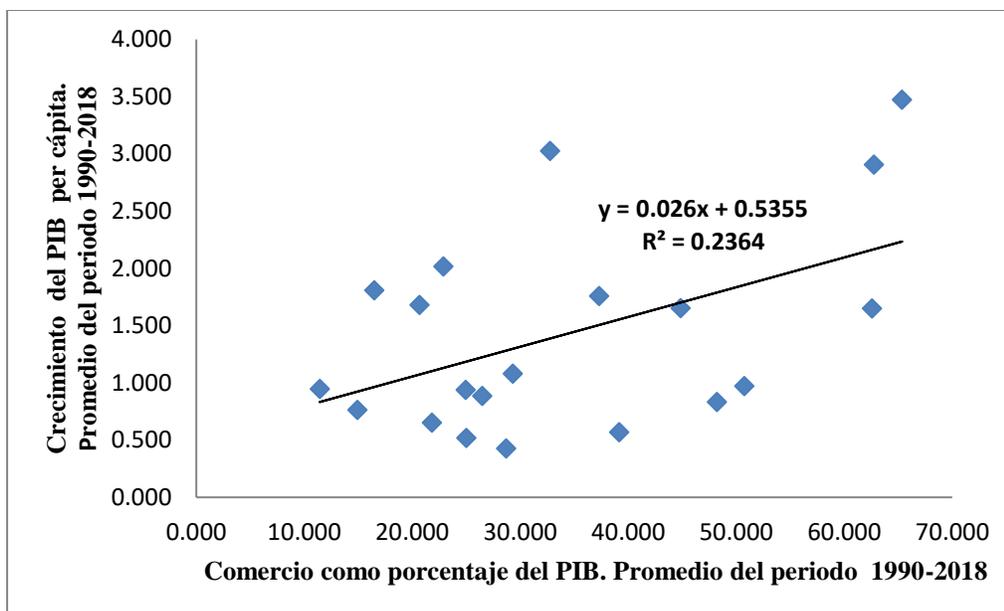
Por otro lado, los países de la muestra registraron, en promedio, un valor de apertura comercial de 34.32%, medida como la proporción que representan las exportaciones de bienes y servicios más las importaciones con respecto al PIB. Los países que registraron una mayor apertura comercial fueron; Republica Dominicana, 65.35%, Panamá, 62.75%, y Puerto Rico, 62.56%. Mientras que los países que registraron una menor apertura comercial fueron; Colombia, 16.49 %, Argentina, 14.92 % y Brasil, 11.43%. (Véase cuadro 1).

### Resultados

País	Comercio como porcentaje del PIB	País	Crecimiento PIB per cápita
República Dominicana	65.352	República Dominicana	3.4740
Panamá	62.753	Chile	3.0264
Puerto Rico	62.561	Panamá	2.9046
Venezuela	50.745	Uruguay	2.0166
Honduras	48.202	Colombia	1.8075
Paraguay	44.858	Costa Rica	1.7589
Jamaica	39.162	Perú	1.6805
Costa Rica	37.310	Paraguay	1.6534
Chile	32.769	Puerto Rico	1.6504
Bolivia	29.321	Bolivia	1.0806
Nicaragua	28.703	Venezuela	0.9720
México	26.485	Brasil	0.9452
El Salvador	24.994	Ecuador	0.9386
Ecuador	24.952	México	0.8860
Uruguay	22.893	Honduras	0.8329
Guatemala	21.811	Argentina	0.7618
Perú	20.688	Guatemala	0.6516
Colombia	16.492	Jamaica	0.5672
Argentina	14.920	El Salvador	0.5181
Brasil	11.430	Nicaragua	0.4273
Total	34.320		1.428

Cuadro 1. Apertura comercial y tasa de crecimiento del PIB per cápita. Promedio del periodo 1990 - 2018.

En la Gráfica 1 se muestra la correlación entre el promedio de apertura comercial (comercio como porcentaje del PIB) para el periodo 1990– 2018 y las tasas de crecimiento porcentual anual del PIB per cápita 1990 – 2018 (promedio del periodo) para países de América Latina. En la Gráfica 1 se muestra que los países que cuentan con un valor de apertura comercial mayor, registraron mayores tasas de crecimiento del PIB per cápita durante el periodo 1990 – 2018. La correlación no debe tomarse como prueba de una relación causal, es decir, plantear que una mayor apertura comercial causa mayores tasas de crecimiento económico, pero sí de que ésta es factible. Los datos muestran un coeficiente de correlación de Pearson de 0.48.



Grafica 1. Relación entre la apertura comercial y la tasa de crecimiento porcentual anual del PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010). Promedio del periodo 1990-2018.

### Conclusiones

En este estudio se analiza la relación entre la apertura comercial y el crecimiento económico para un grupo de 20 países de América Latina, para el periodo 1990-2018. Se emplea la suma de las exportaciones e importaciones, medidas como proporción del Producto Interno Bruto (PIB), como indicador de la apertura comercial. Como indicador del crecimiento económico se usa la tasa de crecimiento del PIB per cápita en dólares constantes de 2010. De acuerdo con los diagramas de dispersión con línea de tendencia utilizados, se observa que los países que registraron mayores niveles de apertura comercial, lograron mayores tasas de crecimiento del PIB per cápita. Aunque el coeficiente de correlación entre las dos variables no es muy elevado (0.48), lo que indicaría una correlación positiva moderada, sí se muestra evidencia de una tendencia. Es decir, los países tienden a crecer más cuando tiene un mayor grado de apertura comercial. Los resultados de la investigación son consistentes con lo que señala Winters (2004), quien sostiene que existe una presunción demasiado fuerte de que la liberalización del comercio contribuye positivamente al desempeño económico. Pese a lo limitado que puede ser la utilización de diagramas de dispersión con líneas de tendencia, consideramos que es un primer análisis que se debe realizar antes de utilizar una metodología estadística y econométrica más compleja. Si bien, como resultado de la investigación se observa que existe una tendencia, en general, los países tienden a crecer más cuanto mayor es su grado de apertura comercial, futuras investigaciones se deberán concentrar en los estudios por país. Cuáles son los países que con la liberalización comercial han logrado mayores tasas de crecimiento. Cuáles son los países que han abierto sus economías a la competencia externa y no han logrado mayores tasas de crecimiento económico.

Quizás sea válido el argumento señalado por Grossman y Helpman (1991), quienes sostienen que el efecto de la reducción de los aranceles en el crecimiento económico depende del efecto que tiene la reducción de los aranceles en la asignación de factores de la producción para la investigación y el desarrollo (I + D). Si la apertura comercial provoca una mayor asignación de recursos para la investigación y el desarrollo (I + D), dará como resultado un mayor crecimiento. En el caso contrario, se reduce el crecimiento. También válidos los planteamientos que indican que la mala calidad de las instituciones y la inestabilidad macroeconómica son factores que pueden estar impidiendo que el mayor grado de apertura comercial se refleje en un mayor crecimiento económico.

No menos importante resulta lo vertido por Chang et al. (2009), quienes sostienen que los efectos beneficiosos de un aumento de la apertura comercial sobre el crecimiento económico adquieren una dimensión mayor cuando en una sociedad existe un gobierno eficiente, honesto y responsable y donde el estado de derecho es más respetado.

## Referencias bibliográficas

- Amadou, Akilou (2013). Is There a Causal Relation between Trade Openness and Economic Growth in the WAEMU Countries?. *International Journal of Economics and Finance*, 5(6), 151 – 156.
- Banco Mundial. Los Indicadores del Desarrollo Mundial. 2019. Dirección de internet: <https://datos.bancomundial.org>.
- Bonnal, M. y M. E Yaya.” Political Institutions, Trade Openness, and Economic Growth: New Evidence,” *Emerging Markets Finance y Trade*, 51(6), 2015.
- Chang, R., Kaltani, L., & Loayza, N. V. (2009). Openness can be good for growth: The role of policy complementarities. *Journal of Development Economics*, 90, 33–49.
- Dollar, D., & Kraay, A. (2004). Trade, growth, and poverty. *The Economic Journal*, 114 (February), 22–49.
- Huchet, B. M., Le Mouël, C., & Vijil, M. (2018). The relationship between trade openness and economic growth: Some new insights on the openness measurement issue. *World Economy*, 41(1), 59–76.
- Kim, D.-H. (2011). Trade, growth and income. *The Journal of International Trade and Economic Development*, 20, 677–709.
- Lee, H. Y., Ricci, L. A., & Rigobon, R. (2004). Once again, is openness good for growth? (*NBER Working Paper10749*). Cambridge, MA: NBER
- Santos-Paulino, A., & Thirlwall, A. P. (2004). Trade Liberalisation And Economic Performance In Developing Countries – Introduction. *Economic Journal*, 114(493).
- .

# La generación millennial y los alumnos de la UTEZ, un estilo de vida según los niveles socioeconómicos

Jessica Puig Brito M.M.G<sup>1</sup>, M.A. Ana Laura Campos Madrigal<sup>2</sup>,  
M.E. Amparo Viviana Gutiérrez García<sup>3</sup> y Norma Franco Aguilar<sup>4</sup>

**Resumen.-** entre los cuales se les pregunta si usan internet, teléfono inteligente, compras por internet, En este trabajo se realizó un análisis de personas nacidas entre 1995 y 1999 conocidos como la generación millennial, los cuales, tienen como características principales, ser multidisciplinarios, digitales, multipantalla, multidispositivo, appadictos, sociales, exigentes. Para el desarrollo de este estudio se tomó una muestra de 100 estudiantes de la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos (UTEZ), cuyas características socioeconómicas es de nivel D+ y D- las cuales son personas que en el nivel D+ ganan tres a 6 veces el salario mínimo mensual, tienen un auto de modelo antiguo, nivel educativo medio y pocos profesionistas, compran en negocios ambulantes y a crédito y no poseen tarjetas de crédito y en el nivel D- ganan de una a tres el salario mínimo mensual, no poseen auto, técnicos, primaria y medio, economía limitada, compran a crédito. A estos alumnos se les se realizó una encuesta, donde se trataba de analizar cuáles son los factores que los podrían limitar a ser una persona con las características principales de un millennial.

**Palabras clave:** millennials, niveles socioeconómicos, teléfono inteligente, Internet, redes sociales.

## Introducción

### Cuál es la generación de los Millennial

“Nacidos entre 1981 y 1995, son los hijos del Baby Boom. Según diversos informes globales, en 2025 supondrán el 75 % de la fuerza laboral del mundo. Les llaman así debido a que se hicieron adultos con el cambio del milenio (en plena prosperidad económica, antes de la crisis). Algunos la llaman Generación Y, otros los Echo Boomers, aunque desde hace ya tiempo son etiquetados como los Millennials” (En: <http://www.gutierrez-rubi.es/2014/04/20/la-politica-y-la-generacion-millennials/>)

“Los Millennials son extremadamente relacionales. Son más centrales para las vidas de sus padres que las generaciones anteriores y están acostumbrados a tener a los adultos en sus vidas muestran un gran interés en ellos. Ellos lo aprecian cuando los profesores muestran ese mismo interés, y parecen estar más dispuestos a perseguir los resultados del aprendizaje cuando los instructores se conectan con ellos a nivel personal” (En: <http://www.livescience.com/38061-millennials-generation-y.html>)

### Características de los Millennials

Los Millennials son, por tanto, la futura generación de consumidores y usuarios, un mercado sustancial con nuevas características, necesidades y demandas que es interesante conocer por las repercusiones y transformaciones que exigirá a las empresas.

**Digitales:** Son nativos digitales. Se caracterizan por dominar la tecnología como una prolongación de su propio cuerpo.

**Multipantalla y multidispositivo:** Utilizan múltiples canales y dispositivos digitales para sus actividades. Tienen un comportamiento *multitasking*, es decir, con capacidad (o necesidad) de hacer varias cosas a la vez. Esto es así especialmente en Latinoamérica donde los consumidores son mucho más multipantalla, que en otras regiones. Según *AdReaction: Marketing in a multiscreen world*, de Millward Brown, en promedio, dedican alrededor de 7 horas al día para conectarse *online*, utilizando múltiples pantallas digitales, lo que supone un 5 % más que el promedio mundial.

**Nomófobos y appdictos:** Su vida es móvil y su pantalla principal de entrada a la Red es una pantalla móvil. Un 78 % de los Millennials en Latinoamérica posee un móvil (un 10 % más que el año anterior), un 37 % tablet, un 70 % laptop y un 57 % desktop. **Sociales:** Son extremadamente sociales. Un 88 % de los Millennials latinoamericanos tiene perfiles en redes sociales.

---

<sup>1</sup> Guillermo Prieto Gómez MA es Profesor de Contaduría en la Universidad del Norte, Manila, Veracruz.  
[gpgomez@unorte.edu](mailto:gpgomez@unorte.edu) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Ing. Laura Luz Beltrán Morales es Profesora de Ingeniería Química en la Universidad Tecnológica Superior de Aguascalientes, México [lbeltran@tecnoac.mx](mailto:lbeltran@tecnoac.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Ramón Sorín es Vicerrector Académico del Instituto de Estudios Avanzados de Asturias, Gijón, Asturias, España [rsorin@ieaa.edu.es](mailto:rsorin@ieaa.edu.es)

<sup>4</sup> La Lic. María Jesús González de la Rosa es Profesora Investigadora de *Blue Red University*, San Antonio, TX.  
[marichu@gmail.com](mailto:marichu@gmail.com)

**Críticos y exigentes:** Son mucho más críticos, exigentes y volátiles. De hecho, un 86 % de los consumidores actuales declara que dejaría de hacer negocios con una empresa debido a una mala experiencia de cliente, frente al 59 % de hace 4 años. Y, para los Millennials, las experiencias digitales negativas en línea y móvil tienen un impacto negativo mucho mayor que sobre otros grupos de edad.

**Exigen personalización y nuevos valores:** Los Millennials son clientes que no buscan exclusivamente una buena atención, sino que exigen personalización y esperan que la empresa se adecúe a sus preferencias.

#### **Niveles socioeconómicos en México**

Nivel A: Salarios de más de 100 veces el salario mínimo mensual.

Nivel B: De 50 a 100 veces salario mínimo mensual.

Nivel C+: 20 a 50 veces el salario mínimo mensual, casa sola profesionistas 2 a 3 autos.

Nivel C-: Salario de 6 a 20 mínimos mensuales, profesionistas, uno o dos autos de modelos de 2 a 3 años.

Nivel D+: De tres a 6 veces el salario mínimo mensual, un auto de modelo antiguo.

Nivel D-: Una tres el salario mínimo mensual, no poseen auto, técnicos, primaria y medio.

Nivel E: Hasta un salario mínimo, mensual, no cuentan con auto, nivel educativo básico o nulo, está apoyado por programas gubernamentales. (Fisher & Espejo, 2011, pag. 70-75).

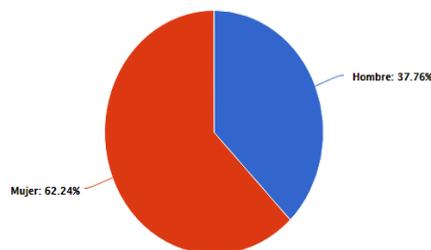
#### **Descripción del Método**

La metodología seguida es simple y ampliamente documentada en la literatura de Sampieri cualquier proyecto de investigación se realiza con base en una idea, Hernández Sampieri sugiere una secuencia de diez pasos como la metodología de la investigación en el campo de las ciencias sociales las cuales son: concepción de la idea a investigar, planteamiento del problema de investigación, elaborar el marco teórico, definir el tipo de investigación al inicio, enunciar las hipótesis, seleccionar el diseño apropiado de investigación, selección de la muestra, recolección de los datos, analizar los datos, presentar los resultados. (Sampieri 2012) Plantear la pregunta de investigación: ¿las características de la generación millennial son transversales con el nivel socioeconómico de los jóvenes? ¿O depende del nivel socioeconómico el tener o no las características de la generación millennial? ; Obtener los datos, en este caso se debe diseñar el instrumento adecuado para ello, en este caso se optó por el cuestionario como herramienta, la población seleccionada son los jóvenes estudiantes de la UTEZ y a juicio de los investigadores se determinó la muestra en 100 estudiantes, los cuales contestaron la encuesta o cuestionario vía electrónica; Validación y clasificación de los datos, para esto los autores consideran para la validación de la información, objetividad, suficiencia, adecuación, atemporalidad, actualidad y criterio de accesibilidad; Analizar los datos, se utilizó estadística básica, el análisis fue gráfico y cualitativo, con obtención de porcentajes para discriminar la transversalidad de las características de la generación millennial y el nivel socioeconómico, los datos se convierten en información cuando son analizados y presentados de manera apropiada. La representación de los datos significa de manera básica la representación estadística de los mismos, en este caso los autores utilizan gráficas de pastel y de barras básicamente; Probar la hipótesis, es decir responder a la pregunta empleada con el análisis minucioso de los datos obtenidos, previamente ordenados y segregados; Finalmente concluir con la discusión de los resultados y el planteamiento de las conclusiones.

Según Naresh Malhotra (Malhotra, 1997), la Investigación De Mercados es "la identificación, recopilación, análisis y difusión de la información de manera sistemática, para esto se utilizó el nivel de medición de las variables será de tipo dicotómico en su mayoría y de intervalo ya que se realizaron preguntas.

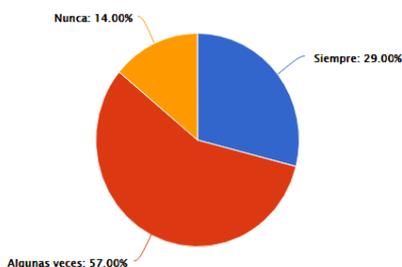
#### **Resumen de Resultados**

Para realizar este estudio se tomó una muestra de 100 estudiantes de la entre los cuales predomina la clase social D+ y D-, con primera generación en su familia que asiste a la universidad, como se realizó en un estudio previo denominado "Análisis del nivel de estudios de los padres en el desarrollo académico de los estudiantes universitarios de primer cuatrimestre de la carrera de desarrollo de negocios de la UTEZ" y tienen entre 18 y 24 años. Como primer pregunta se tomo preguntó el sexo al que pertenecen siento el 62.24 % el sexo femenino y 37.76 % son del sexo masculino.



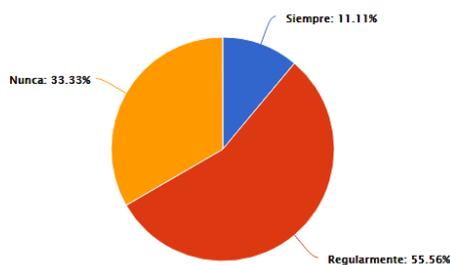
**Figura 1. Sexo**

Como se mencionó en el marco teórico se observa que los millennials son hijos de los *Baby Boomers* y en la edad que manejan ahora como estudiantes de la son hijos de la generación X y son centro de atención de sus padres, sin embargo crecieron en familias donde ambos trabajan y los padres asumen la responsabilidad de la soledad del hijo y se sienten responsables de resolver la mayoría de sus problemas; esto llevó a la figura 2.



**Figura 2. ¿ Cuándo tenías 10 años y se te presentaba en la escuela o con los amigos tus padres intervenían para solucionarlo?**

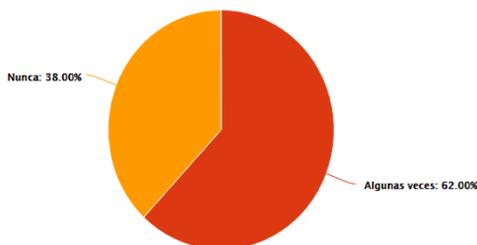
En la figura se puede mostrar que el 86% de los alumnos mencionan que sus padres siempre o algunas ocasiones intervinieron demuestra que en su mayoría los estudiantes de la cumplen con la característica de sobreprotección, mencionada en el marco teórico como una de las de esta generación. La Figura 3 muestra los porcentajes obtenidos de la pregunta sobre la paciencia y logro de objetivos de los millennials.



**Figura 3; En tu infancia cuando pedías un juguete o dulce lo obtenías sin importar el método que utilizabas?**

La intención de esta pregunta era comprobar o no una de las características de los millennials establecida en el marco teórico: no son pacientes y tratan de lograr objetivos sea cual sea el método. Se observa que la muestra analizada de estudiantes de la no cumple con esta característica, ya que el 33 % nunca ha realizado o realiza esta práctica. Aunque sean de la generación millennial los estudiantes de la no están acostumbrados a obtener todo lo que se proponen. Esto se puede relacionar con nivel socioeconómico al que pertenecen, ya que la mayoría de los estudiantes de la están dentro del nivel D+ y D-, donde los padres normalmente aunque quisieran hacerlo no tenían la posibilidad económica para cumplir con todos los deseos de los hijos.

Podemos decir que el millennial en la actualidad muchas veces en la teoría está acostumbrado a ser independiente sin embargo actualmente en su mayoría recurren a sus padres para la resolución de problemas o que los apoyen con la compra de productos innecesarios Figura 4.

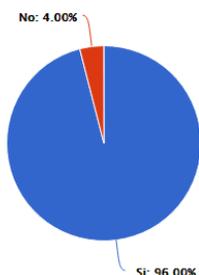


**Figura 4 ¿En la actualidad cuando tienes deseo de un producto innecesario tus padres te complacen comprándolo?**

La respuesta principal fue algunas veces con el 62 % donde observamos que el siempre que contestaron en la pregunta anterior se convirtió en algunas veces y el nunca es de 38 % incrementándose un 6 %, aquí podemos decir que una característica de los millennials de entre 18 y 24 años en su mayoría viven con sus padres y son apoyados económicamente para la mayoría de sus gastos, en este nivel socioeconómico no siempre sucede de esta manera.

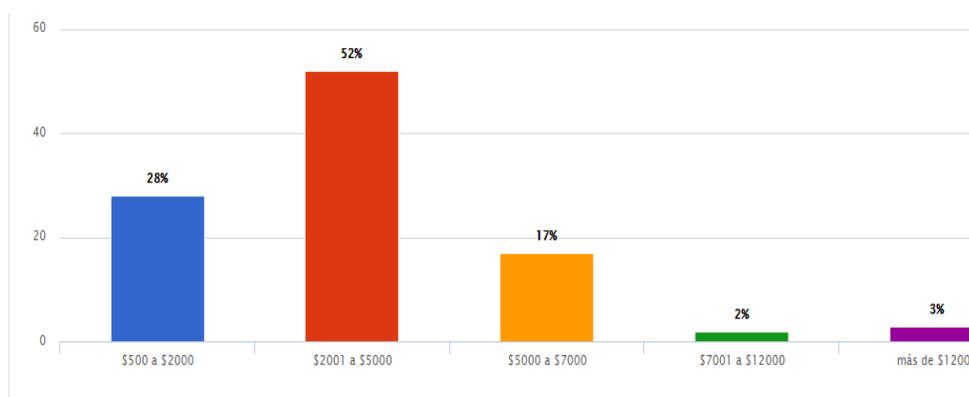
Otra característica que podemos destacar de los millennials es que nacieron con la tecnología digital y que además la dominan como si fuera parte de su propio cuerpo y casi todas sus relaciones personales están intermediadas por un dispositivo digital.

En la siguiente pregunta podemos observar que sin importar su nivel socioeconómico de los 100 alumnos encuestados solo 4 no cuentan con teléfono inteligente. Figura 5.

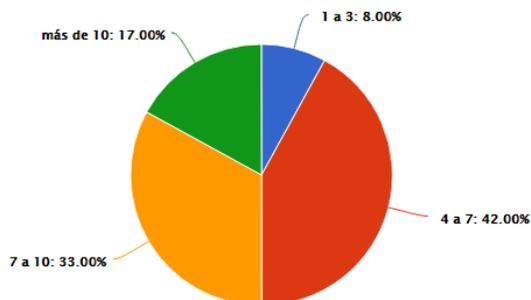


**Figura 5. ¿Cuentas con teléfono**

**inteligente?** Según Telefónica Global Millennial Survey 2014, un 78 % de los Millennials en América Latina posee un móvil se menciona en, se podría mencionar que el teléfono inteligente no es una necesidad primaria en los estudiantes, sin embargo el 96 % de los encuestados cuenta con algún, el rango de precios también fue encuestado en donde el 69 % contesta tener un teléfono de \$2000 a \$7000 pesos considerando que el nivel de ingresos de la clase social D+ D- que ronda entre una y seis veces el salario mínimo mensual, se puede observar que los estudiantes de la tienen un teléfono inteligente que cumple con las mayores funcionalidades y utilizan aplicaciones móviles descargadas en su celular.



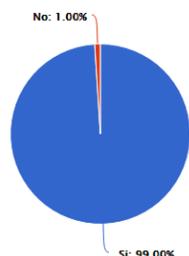
**Figura 6 ¿Cuál es rango de precio de tú teléfono inteligente?**



**Figura 7. ¿Cuántas aplicaciones tienen descargadas en tu teléfono inteligente?**

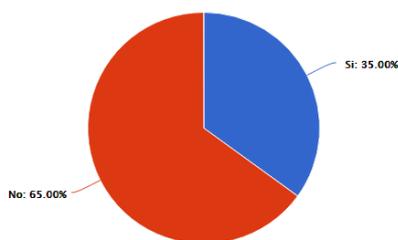
Como se muestra en la figura 7, el 75 % de los encuestados tienen en su dispositivo móvil de 4 a 10 aplicaciones descargadas, mencionando que la mayoría de ellas son de redes sociales, comunicación, fotografías y música. Entre otras descartan deportes, diversión, GPS entre otras, pero en su mayoría no cuentan con aplicaciones de noticias, bancos o cultura y aunque utilizan las computadoras, internet, iPad, etc. y la teoría menciona que les gusta estar informados y tienen acceso una cantidad innumerable de información, los alumnos de la no muestran interés por tener aplicaciones de este tipo en su teléfono móvil. De igual forma se menciona que los millennials cuentan con por lo menos alguna red social y que se sienten cómodos publicando sus problemas y su vida personal en la red.

En la figura 8 se trata de si cuentan con alguna red social y se puede demostrar que el 99 % de los encuestados cuentan con al menos una red social, que demuestra que la generación de los millennials en su mayoría prefieren relacionarse por redes sociales aunque no demuestra que sea la única manera que los hacen. La teoría menciona que: “Un 88 % de los Millennials latinoamericanos tiene perfiles en redes sociales. No son sólo un medio de comunicación para ellos sino una parte íntegra de su vida social. Consultar, compartir y comentar en ellas es la principal actividad que realizan a través de sus teléfonos inteligentes.” (En: <http://www.gutierrez-rubi.es/2014/12/23/6-rasgos-clave-de-los-millennials-los-nuevos-consumidores/>)



**Figura 8. ¿Tienes alguna red social?**

Como se puede observar en la figura 8, 99 % cuenta con redes sociales y utilizan el internet para buscar información; una de las características de los millennials es que son appadictos y compran por internet “Tecnología: Internet, móvil, redes sociales, que son herramientas para esta generación que realizan compras, transacciones, comparten productos y servicios. Tienen una forma de vida que hace más global el mercado.” (En: <https://www.gurusblog.com/archives/sector-financiero-quiere-mimar-los-millennials/17/07/2015/>)



**Figura 9. ¿Compras por Internet?**

En la figura 9 se observa que las compras por Internet no son comunes en los alumnos de la ya que sólo un 35 % de los alumnos las realiza, por tarjeta de crédito, un 18 %, de débito en un 10 % y 24 % en depósitos bancarios o tiendas de conveniencia, siendo este el mayor debido a que la mayoría por su edad y su nivel socioeconómico no cuenta con alguna con tarjeta de crédito y

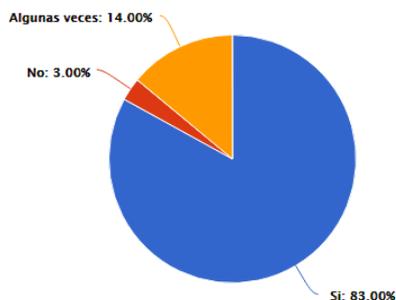
aunque la comunidad universitaria cuenta con tarjeta de débito ya que cuentan con beca salario y se les hace llegar por medio de depósito bancario la cual utilizan para sacar dinero pero pocas veces para pagar algo o como cuenta personal.

Otra pregunta que se realizó es el sentimiento que tienen cuando no están conectados a Internet como se muestra en la figura 11 debido a que “*Son adictos al móvil, sienten la necesidad de una constante conectividad y el 45 % admite que no podría estar un solo día sin su Smartphone.*” (En: <http://www.gutierrez-rubi.es/2014/12/23/6-rasgos-clave-de-los-millennials-los-nuevos-consumidores/>). Aquí podemos observar que en los alumnos de la el 34 % sienten ansiedad, soledad o que se pierden de cosas importantes y que al 67 % en realidad no le importa; sin embargo al realizar la observación de los alumnos se pudo notar que en su mayoría en los tiempos libres están revisando el celular y durante clases lo tienen junto a ellos y no guardado en el bolso o mochila.



**Figura 11 ¿Cuál es tu sentimiento cuándo no estas conectado a Internet?**

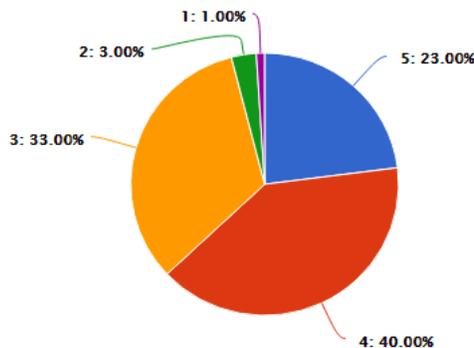
Según el *Quarterly Digital Intelligence Briefing: 2014 Digital Trends*, el “20 % de las empresas dice que la experiencia del cliente será la gran oportunidad. Los negocios ya no son sólo servicios y productos, son también relaciones y la experiencia de compra es casi tan relevante como el propio producto.” Esta característica de los millennial se cumple en los estudiantes de la ya que ellos mencionan, en un 83 % que al realizar una compra buscan no solo la buena atención sino que las empresas se adapten a sus necesidades por lo que las empresas cada día generan más variedad de productos que se adapten a las necesidades y particularidades de los clientes.



**Figura 12. Cuando realizas una compra buscas no solo buena atención sino que deseas que las empresas y productos se adapten a tus necesidades.**

“Estos nuevos consumidores son activos y antes de comprar buscan y escuchan opiniones, generan y comparten contenidos y son muy sensibles a su experiencia *online*. Si la experiencia con una empresa o servicios es positiva suelen compartirla y recomendarla y se fían más de la opinión de sus amigos que de la emitida por las propias marcas para tomar decisiones de compra. También prefieren las redes sociales como medio para interactuar con las empresas, un 65 % prefiere las redes sociales al contact center para ser atendidos.”

La preocupación por el medio ambiente también es otra característica de los millennials, hoy en día las problemáticas del medio ambiente están teniendo un cambio importante y puesto que los millennials han sido testigos de los cambios climáticos están más conscientes del cuidado del medio ambiente, ya que gracias a la información que tienen en el mundo digital, les permite conocer de mejor manera los fenómenos que afectan al medio y están dispuestos a realizar actividades que beneficien al ambiente como el cambio climático; se preguntó en una escala del 1 al 5, donde 5 es mucho y 1 es nada cuál es el grado de compromiso con el cuidado del medio ambiente, en donde solo el 23 % se siente comprometido totalmente a realizar acciones que beneficien al mismo, el 40 % bastante el 33 % regular, por lo que se supone podemos realizar acciones y campañas para concientizarlos de mejor manera, el 3 % poco y solo una persona comentó que no le importa en lo absoluto, figura 14. También se puede observar que al ser una generación más involucrada y que quiere ser parte de algo, trata de involucrar a las otras generaciones en el cambio, y aunque tal vez no lo logren solos si son una generación que realizará acciones más conscientes en beneficio del planeta.



**Figura 16. Grado de compromiso con el medio ambiente**  
**Conclusión**

Se puede observar que las características de la generación millennial en los alumnos de la se cumple en muchas de ellas, sin embargo en la cuestión económica están más limitados y se podrían encontrar en la categoría de millennials subempleados, que son aquellos cuyo estilo de vida son personas que van o están recién graduadas de la Universidad. Quienes son independientes de sus padres, con empleos con un salario bajo y que comparten el hogar con más personas o el tipo *shut out*, que son desempleados y que no tienen dinero suficiente para mantener sus estudios, por lo que requieren de programas sociales como en este caso la beca salario, donde se les da 700 pesos mensuales que además viven en zonas rurales y sus expectativas de un futuro mejor son bajas.

#### Recomendaciones

Se puede observar que en donde las características principales que no se cumplen, tienen que ver en el momento en que buscan un trabajo ya que en muchas ocasiones su nivel socioeconómico no les brinda la seguridad y autonomía, con las que debe de contar esta generación y la subcultura que viven dentro de su entorno social muchas veces es que no creen en que pueden mejorar su estilo de vida.

#### Bibliografía

- Fisher de la Vega Laura, Espejo Callado Jorge (2011). *Mercadotecnia*, México D.F. McGrawhill.
- Malhotra Naresh (1997). *Investigación de mercados. Un enfoque práctico*, México. Prentice Hall.
- Sampieri: R. H. Sampieri (2012). *Metodología de la investigación*, 6a. Edición, Mc Graw Hill, México
- Recuperado en: <https://forjandoideas.wordpress.com/2014/07/28/generacion-millennials-el-sentido-de-la-autoridad-en-los-jovenes-actuales/>
- Recuperado en: <http://www.gutierrez-rubi.es/2014/12/23/6-rasgos-clave-de-los-millennials-los-nuevos-consumidores/>
- Recuperado en: <http://mpolitico.com/2017/01/13/descarga-gratuita-libro-millennials-en-latinoamerica/>
- Recuperado en: <http://www.gutierrez-rubi.es/2014/04/20/la-politica-y-la-generacion-millennials/>
- Recuperado en: <https://www.forbes.com.mx/donde-estan-los-baby-boomers/>
- Recuperado en: <http://whatis.techtarget.com/definition/millennials-millennial-generation>
- Recuperado en: <http://www.centrodeinnovacionbbva.com/noticias/quienes-son-los-millennials-y-por-que-son-una-generacion-unica>
- Recuperado en: [http://politica.elpais.com/politica/2017/03/04/actualidad/1488647914\\_007106.html](http://politica.elpais.com/politica/2017/03/04/actualidad/1488647914_007106.html)
- Recuperado en: <https://www.entrepreneur.com/article/273881>
- Recuperado en: <http://www.youngmarketing.co/cuales-son-los-12-estilos-de-millennials/>
- Recuperado en: [http://www.eldiario.es/theguardian/generacion-millennials-EEUU-sienten-trabajadora\\_0\\_49550880.html](http://www.eldiario.es/theguardian/generacion-millennials-EEUU-sienten-trabajadora_0_49550880.html)
- Recuperado en: <https://drive.google.com/drive/folders/0B4GS5FQQLif9ekFvUj1KZDBuS3M>

#### Notas Biográficas

La **M.M.G. Jessica Puig Brito** es profesora del Tiempo completo y coordinadora del programa de estadías de la de la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos, en Emiliano Zapata, México. Egresada del Tecnológico de Monterrey con una maestría en mercadotecnia global, cuenta con perfil prodep y es miembro del cuerpo académico de Desarrollo de Negocios de la Utez.

La **Mtra. Norma Franco Aguilar**.- Profesora de Tiempo Completo Asociada "C", respaldando el trabajo continuo en capacidad y permanencia en la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos (UTEZ); responsable del Cuerpo Académico de Investigadores en Formación, (PRODEP UTEZEM-CA-5), además de haber sido reconocida por tres años más como perfil deseable por el mismo organismo. Colaboradora desde el 2015 en la Red de Estudios de la Micro y Pequeña Empresa (REMPE).

La **Ana Laura Campos Madrigal**.- Nacida en la Cd. De Cuernavaca, Mor., el 11 de abril de 1981 cursó educación básica en instituciones públicas de esa entidad. Egresada en 2013 de la UFLP con grado de Maestría en Administración con especialidad en finanzas; cuenta con Diplomados en Gestión Ambiental y Herramientas

metodológicas para la formación basada en competencias laborales. Ha sido Profesora en las áreas de Tecnologías de la información, y económicas administrativas en la UTEZ,

La **M.E. Amparo Viviana Gutiérrez García**.- La profesora Amparo Viviana Gutiérrez García es Maestra en Educación con una Licenciatura en Comercio Internacional. Miembro del Cuerpo Académico UTEZEM-CA-5. Diplomado referente al Programa de Gestión Ambiental. Ha participado en el desarrollo de capítulos de 3 libros dirigidos por la RELAYN publicados por Pearson. A partir del 2013 es Responsable del Programa de Movilidad México-Francia de la DACEA-UTEZ, contribuyendo en la formación integral de estudiantes beneficiados con la beca que otorga la Secretaría de Educación Pública y el Gobierno Francés. (MEXPROTEC)

# ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE TRES ESPECIES DE HONGOS MACROMICETOS DE CHIHUAHUA

Dra. Quiñonez Martínez M<sup>1</sup>, MC. Neida Aurora Martínez Escobedo<sup>2</sup>, Dr. Francisco Javier Vázquez González<sup>3</sup>, Dr. José Valero Galvan<sup>4</sup>, Dra. Alba Yadira Corral Avitia<sup>5</sup>, Dr. Emilio Alvarez Parrilla<sup>6</sup>, y Biól. Jesus Alejandro Najera Medellin<sup>7</sup>

**Resumen**— El aumento en la resistencia microbiana a los antibióticos comerciales ha incrementado una búsqueda intensiva de nuevas fuentes para la obtención y desarrollo de antibióticos efectivos. Los hongos macromicetos han sido empleados por diversas culturas como medicina tradicional, principalmente en el tratamiento de heridas, quemaduras, llagas y rozaduras, y podrían ser una fuente alternativa para el desarrollo de nuevos fármacos. El objetivo del presente estudio fue evaluar la actividad antimicrobiana de extractos etanólicos y metanólicos de las especies *Astraeus hygrometricus*, *Laccaria laccata* y *Lycoperdon perlatum*, colectados en los bosques de Chihuahua. La actividad antimicrobiana fue evaluada contra tres microorganismos patógenos mediante la técnica de difusión en disco de Kirby-Bauer. Los resultados mostraron que los extractos de las tres especies de hongos macromicetos exhibieron zonas de inhibición que van desde 4.5 – 8.25 mm contra *Streptococcus agalactiae* y *Candida* sp. Se evidencia que las especies estudiadas pueden ser empleados como agentes antimicrobianos.

**Palabras clave**—Actividad antimicrobiana, extractos, hongos macromicetos, Sierra Tarahumara

## Introducción

Las enfermedades infecciosas representan una de las mayores amenazas a nivel mundial, causado por la aparición de resistencia a antibióticos en microorganismos que anteriormente eran susceptibles (Wright, 2010). Dentro de las enfermedades infecciosas, las infecciones dermatológicas constituyen un problema de salud pública ya que se estima que entre 30-70% de la población mundial sufre al menos un tipo de enfermedad en la piel (Hay et al. 2014). Las bacterias y hongos son considerados de los microorganismos más comunes causantes de infecciones dermatológicas. Entre los patógenos bacterianos que dan lugar a diversas infecciones de la piel se encuentran *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus* del grupo B (Betahemolítico) (Riain, 2013). Así mismo, numerosas especies de hongos provocan una amplia gama de infecciones dermatológicas en humanos, siendo las especies del género *Candida* de las más frecuentes (Suroowan & Mahomoodally, 2017).

En este sentido los hongos macromicetos (HM) pueden ser empleados para propósitos terapéuticos debido a que producen una amplia variedad de componentes bioactivos en la defensa contra bacterias, virus e insectos (Leyva et al. 2013), actuando como agentes antimicrobianos. Específicamente en la Sierra Tarahumara de Chihuahua se conocen alrededor de 450 especies de HM, dentro de las cuales existen especies que han sido reportadas por poseer características medicinales y alimenticias, tal es el caso de *Astraeus hygrometricus* y *Lycoperdon perlatum* cuyos carpóforos se usan contra problemas de acné, así como para aliviar el dolor e hinchazón por quemaduras y cortaduras (Quiñonez-Martínez & Garza-Ocañas, 2015). Así mismo, los carpóforos de *Laccaria laccata* presentan importancia alimenticia al ser especies apreciadas por su valor nutricional (Quiñonez-Martínez et al. 2014). No obstante, existen pocos estudios que den base y evidencia científica a dicho conocimiento tradicional, por ello el objetivo de la presente investigación fue evaluar la actividad antimicrobiana, compuestos fenólicos y actividad antioxidante de las cuatro especies de HM de Chihuahua anteriormente mencionadas mediante la obtención de extractos etanólicos y metanólicos.

<sup>1</sup> Quiñonez Martínez M es docente investigadora de tiempo completo en el Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Juárez, Chihuahua. [mquinone@uacj.mx](mailto:mquinone@uacj.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> La MC. Neida Aurora Martínez Escobedo estudiante egresada de la Maestría en Ciencias Químico Biológicas de la UACJ. [al171422@alumnos.uacj.mx](mailto:al171422@alumnos.uacj.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Francisco Javier Vázquez González es investigador y docente en el Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Juárez, Chihuahua.

<sup>4</sup> El Dr. José Valero Galvan es docente investigador de tiempo completo en el Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Juárez, Chihuahua. [jose.valero@uacj.mx](mailto:jose.valero@uacj.mx)

<sup>5</sup> La Dra. Alba Yadira Corral Avitia es docente investigadora de tiempo completo en el Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Juárez, Chihuahua. [acorral@uacj.mx](mailto:acorral@uacj.mx)

<sup>6</sup> El Dr. Emilio Alvarez Parrilla es docente investigador de tiempo completo en el Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Juárez, Chihuahua. [ealvarez@uacj.mx](mailto:ealvarez@uacj.mx)

<sup>7</sup> El Biól. Jesus Alejandro Najera Medellin es estudiante de tiempo completo de la Maestría en Ciencias Químico Biológicas de la UACJ. [al198940@alumnos.uacj.mx](mailto:al198940@alumnos.uacj.mx)

## Descripción del Método

### *Colecta de los carpóforos de las especies*

Las especies de hongos que se utilizaron para este estudio fueron: *A. hygrometricus* (Pers.) Morg., *L. laccata* Scop. Fr. y *L. perlatum* Pers. Los carpóforos de dichas especies se colectaron en los bosques del municipio de Bocoyna, Chihuahua, durante los meses de agosto y septiembre los años 2017 y 2018. Posteriormente se trasladaron al Laboratorio de Biodiversidad del ICB-UACJ, donde se corroboró su identificación y se resguardaron hasta su uso.

### *Tratamiento de las muestras*

Los carpóforos se limpiaron, se congelaron a  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y con el fin de eliminar por completo el agua de las muestras se sometieron a un proceso de liofilización mediante la sublimación del hielo y en condiciones de vacío. Una vez liofilizadas las muestras se pulverizaron en un procesador de alimentos hasta obtener un polvo fino, posteriormente se almacenaron en bolsas de plástico con su debida etiqueta y se resguardaron a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta su uso.

### *Extracción de las muestras para determinación de la capacidad antimicrobiana*

Los extractos para determinar la capacidad antimicrobiana se prepararon usando 10 g de los hongos pulverizados los cuales se extrajeron con 200 mL de los solventes etanol y metanol durante 24 h por separado. Posteriormente, para romper las paredes celulares y liberar el contenido de las células, se sonicaron, en un baño ultrasónico durante 30 min (Bala et al. 2011). Las muestras se centrifugaron durante 10 min para su sedimentación a una velocidad de 3 000 rpm, se decantó el sobrenadante y para concentrar el extracto se evaporó el solvente hasta sequedad bajo presión reducida con ayuda de un rotavapor. Finalmente, el polvo obtenido se re-disolvió en el solvente a una concentración de 50 mg/mL y se esterilizó con un filtro membrana de  $0.22\text{ }\mu\text{m}$  (Giri et al. 2012). Los extractos se almacenaron a hasta su uso en las pruebas.

### *Microorganismos y condiciones de crecimiento*

Los microorganismos seleccionados para las pruebas de actividad antimicrobiana fueron: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* y *Candida albicans*, los cuales se donaron por el Departamento de Microbiología de la UACJ. Dependiendo de las exigencias nutritivas de los microorganismos, estos se sembraron en distintos medios selectivos de cultivos sólidos. En este caso *S. aureus* se sembró en Agar Mueller-Hint, *S. agalactiae* en Agar Infusión Cerebro y Corazón y *C. albicans* en Agar Dextrosa y Papa. Las bacterias se incubaron (SHEL LAB, SL) a  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 24 h y la levadura a  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 24 a 48 h. Posteriormente, se transfirieron a diferentes caldos de cultivos, *S. aureus* y *C. albicans* se inocularon en Caldo de Soya Tripticaseína y *S. agalactiae* en Caldo Infusión Cerebro y Corazón, los cuales se incubaron empleando las mismas condiciones previamente mencionadas. Una vez obtenidas las cepas, se ajustaron a una turbidez equivalente 0.5 en la escala de McFarland ( $10^6$  UFC/mL) usando una solución de cloruro de sodio al 0.9% y a una longitud de onda de 625 nm con ayuda de un espectrofotómetro.

### *Evaluación antimicrobiana mediante el método de difusión en disco*

La evaluación de la actividad antimicrobiana por el método difusión en disco (Kirby Bauer, 1969) fue determinada siguiendo la metodología propuesta por Kalyoncu et al. (2010), modificada. Para ello, se impregnaron discos (6 mm de diámetro) de papel filtro (Whatman®, No. 1) con los extractos y se dejaron secar hasta la completa evaporación del solvente, para evitar alguna interferencia residual que pudiera sesgar los resultados. Las superficies de las placas se inocularon usando  $1\text{ }\mu\text{L}$  de los microorganismos, previamente ajustados a una turbidez equivalente al 0.5 en la escala de McFarland ( $10^6$  UFC/mL) con ayuda de un hisopo estéril. Los discos se aplicaron firmemente a la superficie de la placa (4 discos por placa), posteriormente las placas se pre incubaron a  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 6 h, para permitir una difusión uniforme del extracto sobre el agar. Pasado el tiempo, para las bacterias, las placas se incubaron a  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 24 h y para la levadura, a  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 24-48 h. La actividad antimicrobiana se evaluó midiendo el diámetro de la zona de inhibición. Se usaron como controles negativos los solventes de extracción y como controles positivos el antibiótico comercial eritromicina de 250 mg (More Pharma, Pharmaceutical Company) por ser un antibiótico que exhibe mayor actividad frente a bacterias gram positivas (Lovmar et al. 2006) y clotrimazol 2% (Genomma Lab®) para la levadura, debido a que es un agente antifúngico que actúa sobre la membrana citoplasmática. Los experimentos se realizaron por duplicado.

### *Evaluación antimicrobiana mediante la concentración mínima inhibitoria*

La actividad se llevó a cabo empleando la metodología descrita por Padilla (2012), modificada para esta investigación. En una primera etapa se preparó 1 mL de caldo de cultivo con el extracto respectivo. Posteriormente se agregó  $1\text{ }\mu\text{L}$  de los microorganismos, previamente ajustados a una turbidez equivalente a 0.5 ( $10^6$  UFC/mL) en la escala de McFarland, y se incubaron por 24 h a  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  para las bacterias y a  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 24 a 48 h para la levadura.

En una segunda etapa, transcurrido el tiempo de incubación se sembró 1 µL de la muestra de manera homogénea en placas con diferentes medios de cultivo: *S. aureus* se sembró en Agar Mueller-Hinton, *S. agalactiae* en Agar Infusión Cerebro y Corazón y *C. albicans* en Agar Dextrosa y Papa. Posteriormente se incubaron bajo las condiciones antes mencionadas. Finalmente, se contabilizó el número de unidades formadoras de colonias (UFC) en cada placa. Para los testigos se realizaron distintas diluciones para cada microorganismo: *S. aureus* y *S. agalactiae* se diluyeron 1:1000, donde 1 µL de los microorganismos se inocularon en 999 µL del caldo nutritivo y *C. albicans* se diluyó 1:100, donde 1 µL del microorganismo se inocularon en 99 µL del caldo nutritivo. Todos los experimentos se realizaron de manera independiente por triplicado.

**Análisis estadístico**

Todos los resultados mostrados son la media ± el error estándar. Se asumió que los datos seguían una distribución normal según lo determinado por la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (p>0.05). Los efectos de los extractos en los microorganismos se analizaron utilizando un análisis de varianza de una vía (ANOVA) para determinar si existía diferencias significativas (p≤0.05) seguido de una prueba múltiple de medias de Tukey. Este análisis se llevó a cabo usando los softwares IBM SPSS Statistics 20 y GraphPad Prism 8.1.2.

Los resultados mostrados para las pruebas de ICM son la media ± el error estándar. Para el porcentaje de inhibición se obtuvo la media de las UFC y se analizó mediante la ecuación 1:

$$\% \text{ Inhibición} = \left( \frac{UFC_t - UFC_e}{UFC_t} \right) \times 100 \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde UFC<sub>t</sub> corresponde al número de UFC de los testigos, es decir los microorganismos inoculados solamente en el caldo de cultivo y UFC<sub>e</sub> se refiere al número de UFC obtenidas mediante la adición de los extractos. El porcentaje de inhibición mide la capacidad de inhibir el crecimiento del número de UFC por parte de los extractos. Los datos se analizaron utilizando los softwares Microsoft Excel 2017 y GraphPad Prism 8.1.2.

**Comentarios Finales**

**Resumen de resultados**

Los resultados de la evaluación antimicrobiana indican que los extractos presentan moderada actividad antimicrobiana, comparado con los controles positivos los cuales fueron más potentes en la respuesta de inhibición (Cuadro 1 y 2).

Los extractos obtenidos tuvieron una respuesta de inhibición contra *S. agalactiae* y *C. albicans* a una concentración de 50 mg/mL. Esto podría atribuirse a la presencia de compuestos bioactivos extraíbles con solventes polares, tales como fenoles, taninos, alcaloides y lípidos polares que tienen potencial antimicrobiano (Adhikari et al. 2018).

Especie	Promedio zonas de inhibición (mm)		
	<i>S. aureus</i>	<i>S. agalactiae</i>	<i>Candida sp.</i>
<i>Astraeus hygrometricus</i>	-	5.79±0.17 <sup>de</sup>	4.5±0.29 <sup>e</sup>
<i>Laccaria laccata</i>	-	6.43±0.38 <sup>cd</sup>	-
<i>Lycoperdon perlatum</i>	-	8.25±0.25 <sup>c</sup>	-
Eritromicina	13.5±0.20 <sup>b</sup>	19.375±0.47 <sup>a</sup>	-
Clotrimazol	-	-	13.5±0.28 <sup>b</sup>
Solventes	-	-	-

Cuadro 1. Actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos de cuatro especies de hongos macromicetos de Chihuahua. Letras diferentes indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey HSD (p≤0.05). – No inhibición.

Especie	Promedio zonas de inhibición (mm)		
	<i>S. aureus</i>	<i>S. agalactiae</i>	<i>Candida sp.</i>
<i>Astraeus hygrometricus</i>	-	6.58±0.31 <sup>c</sup>	-
<i>Laccaria laccata</i>	-	6.25±0.47 <sup>c</sup>	-
<i>Lycoperdon perlatum</i>	-	5.75±0.25 <sup>c</sup>	-
Eritromicina	13.5±0.20 <sup>b</sup>	19.375±0.47 <sup>a</sup>	-
Clotrimazol	-	-	13.5±0.28 <sup>b</sup>
Solventes	-	-	-

Cuadro 2. Actividad antimicrobiana de los extractos metanólicos de cuatro especies de hongos macromicetos de Chihuahua. Letras diferentes indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey HSD ( $p \leq 0.05$ ). – No inhibición.

Los resultados evaluados mediante el método de la CMI muestran que todos los extractos registraron inhibición de los microorganismos en distintas concentraciones (3.75 a 10 mg) (Cuadro 3, 4 y 5), a diferencia del método de difusión en disco, lo cual coincide con otros estudios que reportan una mayor efectividad del método de dilución en caldo en comparación con el de difusión en disco al momento de evaluar la actividad antimicrobiana de extractos fúngicos (Hleba et al. 2016). El método de difusión en disco como su nombre lo indica depende en gran medida de la capacidad de difusión de las sustancias presentes en los extractos (Ren et al. 2014), dando como resultado poca movilidad de los compuestos en el agar a causa de su baja solubilidad o alta masa molecular.

Volumen extracto (µL)	Concentración Extracto (mg)	Etanol	Inhibición (%)	Metanol	Inhibición (%)
<i>Astraeus hygrometricus</i>					
100	5	660±11	99.7	1205.3±165.4	99.5
125	6.25	21.7±11.1	99.9	65.7±20.7	99.9
150	7.5	0	100	1.0±1.0	99.9
175	8.75	-	-	0	100
200	10	-	-	-	-
<i>Laccaria laccata</i>					
100	5	60645.3±44968.3	78.3	16310.0±202.2	94.1
125	6.25	18.7±8.8	99.9	1526.0±783.6	99.4
150	7.5	1.3±0.7	99.9	51.3±1.8	99.9
175	8.75	0	100	16.0±2.6	99.9
200	10	-	-	0	100
<i>Lycoperdon perlatum</i>					
100	5	141.7±34.2	99.9	15869.3±237.8	94.3
125	6.25	40.0±5.7	99.9	153.3±47.2	99.9
150	7.5	0	100	37.3±4.6	99.9
175	8.75	0	100	33.3±11.7	99.9
200	10	-	-	0	100
Testigo					
Dilución 1:1000	-	280333.3±38407.2			

Cuadro 3. Concentración Mínima Inhibitoria y porcentaje de inhibición de los extractos etanolicos y metanolicos contra *S. aureus*

Volumen extracto (µL)	Concentración Extracto (mg)	Etanol	Porcentaje de Inhibición	Metanol	Porcentaje de Inhibición
<i>Astraeus hygrometricus</i>					
25	1.25	4676.0±230.2	81.9	4228.0±459.4	83.7
50	2.5	329.7±4.9	98.7	3580.7±799.2	86.2
75	3.75	8.0±0.6	99.9	812.3±62.2	96.8
100	5.0	4.0±0.6	99.9	8.7±0.9	99.9
125	6.25	0	100	0	100
150	7.5	-	-	-	-
<i>Laccaria laccata</i>					
25	1.25	6505.3±287.3	74.9	8018.7±963.0	69.1
50	2.5	237.0±56.0	99.1	4961.3±514.8	80.8
75	3.75	11.3±2.4	99.9	1128.3±540.1	95.6
100	5	4.0±1.0	99.9	7.3±0.3	99.9
125	6.25	0	100	3.7±1.2	99.9
150	7.5	0	100	1.3±0.9	99.9
175	10	-	-	0.0	100
<i>Lycoperdon perlatum</i>					
25	1.25	1894.0±121.3	92.7	5918.7±301.6	77.2
50	2.5	126.0±11.6	99.5	4406.7±306.4	83.0
75	3.75	8.7±2.7	99.9	1692.0±402.0	93.4
100	5	5.3±0.3	99.9	11.0±3.6	99.9
125	6.25	2.0±0.6	99.9	4.0±0.6	99.9
150	7.5	0.0±0	100	0	100
Testigo					
Dilución 1:100			25966.7±2667.3		

Cuadro 4. Concentración Mínima Inhibitoria y porcentaje de inhibición de los extractos etanólicos y metanólicos contra *C. albicans*

Volumen extracto (µL)	Concentración Extracto (mg)	Etanol	Porcentaje de Inhibición	Metanol	Porcentaje de Inhibición
<i>Astraeus hygrometricus</i>					
50	2.5	6968.0±13.9	98.8	15408.0±1320.5	97.3
75	3.75	0	100	2745.3±2731.3	99.5
100	5	0	100	0	100
<i>Laccaria laccata</i>					
50	2.5	6643.0±5246.5	98.8	24933.3±1204.7	95.7
75	3.75	1.0±1.0	99.9	5467.3±2575.5	99.1
100	5	0	100	0	100
<i>Lycoperdon perlatum</i>					
50	2.5	15877.3±1990.3	97.2	29813.3±954.7	94.8
75	3.75	0	100	3127.7±2403.2	99.4
100	5	0	100	0	100
Testigo					
Dilución 1:1000	-	581666.7±33785.3		581666.7±33785.3	

Cuadro 5. Concentración Mínima Inhibitoria y porcentaje de inhibición de los extractos etanólicos y metanólicos contra *S. agalactiae*.

### Conclusiones

Las especies de hongos micromicetos (HM) evaluadas presentaron actividad antimicrobiana, la cual varió dependiendo el solvente, método empleado y el microorganismo probado, destacando *A. hygrometricus* y *L.*

*perlatum*. Lo que promueve a dichas especies como una fuente importante para la obtención de compuestos con actividades farmacológicas. Especialmente como agentes para tratar las infecciones dermatológicas (debido al uso que le dan algunos habitantes de la Sierra Tarahumara). Los resultados mostraron que los extractos de *A. hygrometricus*, *L. laccata* y *L. perlatum* exhibieron zonas de inhibición que van desde 4.5 – 8.25 mm contra *S. agalactiae* y *C. albicans*. En cambio, mediante la CMI se observa que las cuatro especies de macromicetos lograron la inhibición de *S. aureus*, *S. agalactiae* y *C. albicans* con valores entre 3.75 - 10 mg.

El método óptimo para evaluar la actividad antimicrobiana fue a través de la técnica de la concentración mínima inhibitoria (CMI), ya que permitió la correcta difusión de los compuestos extraídos, haciendo posible la identificación de la capacidad inhibitoria de las cuatro especies de HM.

### Recomendaciones

Es importante la identificación de los compuestos bioactivos responsables de las actividades antimicrobianas y antioxidantes en las cuatro especies de HM, ya que pueden participar en la producción de nuevos antibióticos y hacer frente a las enfermedades originadas por el estrés oxidativo.

### Referencias

- Adhikari, P., A. Pandey, V. Agnihotri y V. Pande. "Selection of solvent and extraction method for determination of antimicrobial potential of *Taxus wallichiana* Zucc". *Research in Pharmacy*, Vol. 8, 2018.
- Bala, N. E. Aitken, N. Fechner, A. Cusack, y K. Steadman. "Evaluation of antibacterial activity of Australian basidiomycetous macrofungi using a high-throughput 96-well plate assay". *Pharmaceutical Biology*, Vol. 49, No. 5, 2011
- Giri, S., G. Biswas, P. Pradhan, S.C. Mandal y K. Acharya. "Antimicrobial activities of basidiocarps of wild edible mushrooms of West Bengal, India". *International Journal of PharmTech Research*, Vol. 4, No. 4, 2012.
- Hay, R., N. Johns, H. Williams, I. Bolliger, R. Dellavalle, D. Margolis, R. Marks, L. Naldi, M. Weinstock, S. Wulf, C. Michaud, C. Murray, y M. Naghavi. "The Global Burden of Skin Disease in 2010: An Analysis of the Prevalence and Impact of Skin Conditions". *Journal of Investigative Dermatology*, Vol. 134, No. 6, 2014.
- Hleba, L., M. Kompas, J. Hutková, M. Rajtar, J. Petrová, J. Čuboň, ... y M. Kačaniová. "Antimicrobial activity of crude ethanolic extracts from some medicinal mushrooms". *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, Vol. 5, 2016.
- Kalyoncu, F., M. Oskay, H. Sağlam, T.F. Erdoğan y A.U. Tamer. "Antimicrobial and Antioxidant Activities of Mycelia of 10 Wild Mushroom Species". *Journal of Medicinal Food*, Vol. 13, No. 2, 2010.
- Leyva, J.M., J.J. Pérez-Carlón, G.A. González-Aguilar, M. Esqueda y J.F. Ayala-Zavala. "Funcionalidad antibacteriana y antioxidante de extractos hidroalcohólicos de *Phellinus merrillii*". *Revista mexicana de micología*, Vol. 37, 2013.
- Padilla, M.A. "Inhibición in vitro del *Enterococcus faecalis* con hidróxido de calcio, clorexidina y ozono". *Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Tesis de Maestría*, 129, 2012.
- Quiñonez-Martínez, M. y F. Garza-Ocaña. "*Hongos Silvestres Comestibles de la Sierra Tarahumara de Chihuahua*". Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. México, 2015.
- Quiñonez-Martínez, M., F. Ruan-Soto, I.E. Aguilar-Moreno, F. Garza-Ocañas, T. Lebgue-Keleng, P.A. Lavín-Murcio y I.D. Enríquez-Anchondo. "Knowledge and use of edible mushrooms in two municipalities of the Sierra Tarahumara, Chihuahua, Mexico". *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, Vol. 10, No.1, 2014.
- Ren, L., Y. Hemar, C.O. Perera, G. Lewis, G.W. Krissansen y P.K. Buchanan. "Antibacterial and antioxidant activities of aqueous extracts of eight edible mushrooms". *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, Vol 3, No. 2, 2014.
- Riain, N. "Recommended management of common bacterial skin infections". *Prescriber*, Vol. 22, No. 15-16, 2013.
- Suroowan, S.y M.F. Mahomoodall. Alternative Antimicrobials from Natural Products Against Dermatological Infections. In Kon, K. y M. Rai. "*The Microbiology of Skin, Soft Tissue, Bone and Joint Infections*". Londres, Inglaterra: Academic Press, 2017.
- Wright, G. "Antibiotic resistance in the environment: A link to the clinic?". *Current Opinion in Microbiology*, Vol. 13, No. 5, 2010.